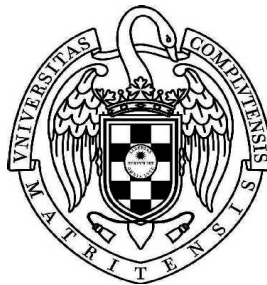


**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**  
**MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL**



**TESIS DOCTORAL**

**Evaluación clínica del adelantamiento de la tuberosidad tibial con cuña  
porosa y placa con pestaña en el tratamiento de la rotura del ligamento  
cruzado craneal en perros**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**  
**PRESENTADA POR**

**Cristina Bernardi Villavicencio**

**Directores**

**Jesús Rodríguez Quirós**

**Antonio Nicolás Jiménez Socorro**

**Concepción Rojo Salvador**





**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Medicina y Cirugía Animal**



**TESIS DOCTORAL**

**Evaluación clínica del adelantamiento de la tuberosidad tibial con  
cuña porosa y placa con pestaña en el tratamiento de la rotura del  
ligamento cruzado craneal en perros**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Cristina Bernardi Villavicencio**

**Directores**

**Jesús Rodríguez Quirós**

**Antonio Nicolás Jiménez Socorro**

**Concepción Rojo Salvador**



## **Dedicatoria**



*A mis padres, Narcisa y Giovanni,  
por motivarme siempre a llegar más lejos y no detenerme ante nada.*



## **Agradecimientos**





## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a todas las personas que me han ayudado, directa o indirectamente, en esta travesía de más de tres años. Seguramente me olvidaré de alguno así que de antemano me disculpo.

Para mí la tesis no ha sido simplemente un manuscrito, una revisión bibliográfica, una toma de datos, una estadística y una redacción. Ha sido mucho más. Ha sido una enseñanza de impacto, ha sido tristeza, soledad, enojo, miedo, lágrimas y desasosiego pero por suerte ha sido también valentía, fuerza, alegría, risas a carcajadas, aprendizaje y amistad. De todas las experiencias he aprendido algo, incluso un poco más de las más difíciles. Dejar todo por perseguir un sueño, una pasión. Una vez más estar sola, ante una nueva cultura. Descubrir que toda moneda tiene dos caras, que al final todo esfuerzo vale la pena y que la manera en la que enfrentamos la vida puede ser determinante para que se vuelva una pesadilla o un sitio lleno de oportunidades y nuevas amistades. Al final y con mucha paz en el corazón puedo decirte gracias, gracias Madrid.

Primeramente un reconocimiento especial a mis directores Jesús, Antonio y Conchi, por su paciencia (con los correos de madrugada y con las fechas de entrega y las firmas) y por sus consejos y su sinceridad. Jesús, esto no habría sido posible sin tu guía, tus recomendaciones y claro, tus enfados; gracias por cambiar mi manera de ver la traumatología y ortopedia, por aguantar mi carácter y por haberme dado esta oportunidad. Antonio, te agradezco por las enseñanzas y por permitirme ser tu amiga. Conchi, tu experiencia y tus consejos han sido de enorme ayuda para que esta tesis finalice de manera ordenada, gracias por tu honestidad e integridad.

Un gracias gigante a toda mi familia por ser el apoyo moral más fuerte que he tenido. De manera especial a mi madre, cuyo soporte espiritual ha sido fundamental, mami, tu empuje, tu afecto y tu sostén han sido el principal pilar para llegar hasta aquí y nunca te lo agradeceré lo suficiente. A mi padre que, aunque no esté físicamente a mi lado, me acompaña en todo momento con su ejemplo de integridad. A mis hermanos, Massimo, Carolina y Karla, y a mis cuñados, Costanza, Filippo y Carlos Julio, gracias por su cariño y por regalarme lo más divertido que tengo en la vida, la magia de ser tía.

Luca, Nane, Lapo, Gianni, Emma, Tommi, Carlos Julio, Diego y Giulio, todo lo que me enseñan cada día es indescriptible, les quiero con toda mi alma. A mi prima Andrea, que me ha acompañado con extrema empatía y entusiasmo, a pesar de la lejanía, te quiero agradecer una vez más por ser el ejemplo de liderazgo que sigo desde siempre y por tu hermandad incondicional. A mi abuelita Zoila Luz, por ser la columna central y el cemento que mantiene unida toda nuestra hermosa familia y por enseñarnos lo que significa ser una persona extraordinaria. A todos mis tíos y primos por darme ánimo desde el otro lado del planeta y alentarme siempre a seguir adelante. Un gracias especial a mi familia y amigos italianos por haberme acogido como si el tiempo nunca hubiese transcurrido, zia Maria, zio Massimo, Betta, Dante, Adamo, Francesca, Norma, Enrica, Lalla, Aurea, Vale, gracias de corazón. A mis hijos gatos Drack y Shira por su compañía en las noches de estudio y escritura.

También quiero agradecer a los viejos y nuevos amigos por escuchar mis ocurrencias pero lograr hacerme reír en cualquier situación. Julia, José Luis, Andrés, Paula, Pacho y Karen, ustedes han sido como una segunda familia aquí en España y la solidaridad que me han transmitido en estos años no la olvidaré jamás. Xime, tus locuras y tu entusiasmo son una explosión de alegría, gracias por estudiar conmigo por teléfono, por ayudarme a no decaer y a sonreír ante cualquier situación angustiosa.

A los amigos de Madrid, Antonio, Gloria, Maria, Laura, Jose y Andrés, su hermosa familia me ha adoptado en todo el sentido de la palabra, nunca podré agradecerles lo suficiente. Me han hecho sentir en casa y ahora siento que tengo cerca a abuelos, cuñados y hasta tíos. Agradezco el día en el que entré por la puerta de Eurocan y pregunté por el Dr. Jiménez, siempre recordaré con diversión la cara de María al verme. No tengo espacio para describir todas las veces que me han ayudado pero puedo al menos recalcar que en mi opinión hacen falta más personas como ustedes en este mundo. Con su autenticidad y generosidad me han mostrado otra cara de España y me voy con el corazón lleno de lindos recuerdos. Maria, para ti el agradecimiento es diferente, está cargado de cariño pero también tiene mucha tristeza, te extrañaré muchísimo. El baile, las cirugías, nuestras traumas juntas, las pinzas de la libertad, los cotilleos, las cañas, las tapas, los vestidos, Leela, la boda, Canarias,... pasamos tanto tiempo juntas que no se como voy a lograr despedirme de ti. Eres una mujer maravillosa, una amiga incondicional

y una excelente profesional. Nuestros caminos se volverán a cruzar, estoy segura de ello, gracias por permitirme ser parte de tu vida.

Gracias a todo el equipo Eurocan, pasado y presente, en especial a Iria por su ayuda, a Maria R., a Maria O., a Laura M., a Laura C., a Pablo, a Sheila(s), a Carla, a Jorge, a Alvaro, a Alina, a Vasil, a Horacio, a Laura T. y a Alex por su amistad, por devolverme la confianza en mi misma y por recibirme siempre con los brazos abiertos, como una más del equipo.

Gracias a Carmen P. a Alba y a Pepa por aceptarme en la manada y por llevarme a recorrer las zonas más bonitas de España. Extrañaré tu compañía querida amiga, el vino y el queso serán un poco más tristes a partir de ahora.

Gracias al conjunto entero del HCVC, a todos los cirujanos, en especial a la jefa del Servicio de Cirugía Dra. Paloma García Fernández y al catedrático Dr. Fidel Sanromán Ascaso por abrirme las puertas de todo el hospital, a los anestesiistas, a los clínicos, a los residentes, a los internos, a todo el equipo de recepción, al de imagen, a todos los auxiliares, técnicos y empleados de este gran centro clínico y educativo. Carmen, Isa y Sonia, sin ustedes creo que no habría sobrevivido, las mil posiciones no habrían sido lo mismo. MJ, Francisco e Isabel G., su amistad ha sido determinante en todo momento.

A los residentes. Alberto, fuiste mi primer amigo en el hospital y espero que siga siendo así durante muchos años más, no pierdas las ganas de aprender y espero que tu vida esté llena de éxitos. Susana, Rafa, Ignacio, Delia, Kat, Lu, Victor, Paty, Virginia, Rocío y Richi, gracias por mantener vivos a los pacientes, les agradezco la entereza, la empatía y el total compromiso. Esther, Paty, Andrea(s) y Raquel, gracias por alivianar la carga diaria con su apoyo desde hospitalización, les deseo de todo corazón una vida llena de triunfos.

Gracias Miriam P. por el afecto y la confianza que me has demostrado, espero llegar a ser algún día como tu. A Rosa, por tus ocurrencias, por tu creatividad, por tus consejos y por tu compañía, la RAE ha pasado a ser mi acompañante desde que te conocí, no cambies amiga, eres un ser de luz.

A “nuestros” internos, a Luis, a Andrea, a Eva, a Begoña, a Ari, a Maria, a Ana, a Pili, a Mado, a Sara, a Esther, a Dani, a Alejandro, a Nerea, a Alvaro, a Caro, a Cris, a Inés, a Toño, a las Martas, a las Anas, a Sandra, a Carla, a Paula, a Maria P., a Angie, a Manu (ahora residentes) y a Iván. Ustedes fueron mis compañeros del día a día, les agradezco la compañía, la perseverancia, las risas, el respeto y la confianza. Eva, no te librarás de mi tan fácilmente.

Gracias a Ricardo García, que desde detrás del escenario me ha brindado su apoyo y me ha tendido una mano en cada avance de la parte estadística.

Para terminar, a Leti. En este caso el agradecimiento es especial, tu amistad me ha mantenido a flote desde el principio, has tenido fe en mi cuando nadie más la tuvo, me has empujado a perseverar, has sido sincera cuando ha hecho falta, has sido generosa y honorable, me has mostrado valentía y entusiasmo hasta en los momentos difíciles, gracias por tu solidaridad y autenticidad.

Hasta pronto Madrid.

## Índice



# Índice

<b>1. Resumen</b>	3
<b>2. Summary</b>	7
<b>3. Introducción</b>	11
<b>4. Revisión bibliográfica</b>	15
<b>4.1. Anatomía y biomecánica de la rodilla</b>	15
4.1.1. Anatomía	15
4.1.1.1. Articulación femorotibial	15
4.1.1.2. Articulación femororrotuliana	22
4.1.1.3. Músculos que mueven la articulación de la rodilla	22
4.1.1.4. Vascularización e inervación de la rodilla	24
4.1.2. Biomecánica	25
4.1.2.1. Movimientos y fuerzas	25
4.1.2.2. Definición de empuje craneal de la tibia	28
4.1.2.3. Ángulos de la superficie articular de los cóndilos de la tibia	29
<b>4.2. Rotura del ligamento cruzado craneal</b>	31
4.2.1. Fisiopatología y etiopatogenia	31
4.2.2. Diagnóstico clínico	32
4.2.3. Pruebas complementarias	35
4.2.4. Tratamiento	37
<b>4.3. Técnica quirúrgica de adelantamiento de la tuberosidad tibial</b>	42
4.3.1. Biomecánica de la técnica	42
4.3.2. Cálculo preoperatorio del avance de la TT	45
4.3.2.1. Método convencional	46
4.3.2.2. Método de la tangente común	47
4.3.3. Evolución y modificaciones de la técnica	48
4.3.3.1. TTA clásica de Kyon Veterinary Surgical Products	49
4.3.3.2. TTA de Securos Surgical®	54
4.3.3.3. TTA de Etchepareborde y colaboradores	57
4.3.3.4. TTA de Orthomed	58
4.3.3.5. TTA de Insorvet	64
4.3.3.6. TTA de Fariña y colaboradores	68
4.3.3.7. TTA Rapid de Rita Leibinger Medical	68
4.3.3.8. TTA de Brunel y colaboradores	71
4.3.3.9. TTA-2 de Kyon Veterinary Surgical Products	72
4.3.3.10. TTA Porosa de Biosurgex-ITC	75
4.3.3.11. TTA de DePuy Synthes	84
4.3.3.12. TTA de Medeiros y colaboradores	86
4.3.3.13. TTA CF	87
4.3.3.14. X-Porous TTA de Ad Maiora srl	89
4.3.3.15. TTA Eickemeyer® Veterinary Equipment Ltd	92
4.3.3.16. TTA Fusion	93
4.3.4. Complicaciones peri y postoperatorias	95
4.3.4.1. Complicaciones perioperatorias	97
4.3.4.2. Complicaciones postoperatorias	98
4.3.5. Cicatrización ósea de la osteotomía realizada	104

4.3.6. Funcionalidad postoperatoria de la rodilla .....	109
4.3.7. Valoración de la osteoartrosis o enfermedad degenerativa articular.....	110
<b>5. Planteamiento del problema, hipótesis de trabajo y objetivos del estudio .....</b>	<b>117</b>
<b>5.1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>117</b>
<b>5.2. Hipótesis de trabajo .....</b>	<b>118</b>
<b>5.3. Objetivos del estudio .....</b>	<b>118</b>
<b>6. Material y método .....</b>	<b>123</b>
<b>6.1. Material .....</b>	<b>123</b>
6.1.1. Material biológico .....	123
6.1.2. Material quirúrgico.....	123
6.1.2.1. Material de cirugía general.....	123
6.1.2.2. Material de ortopedia general.....	124
6.1.2.3. Material de ortopedia específico de TTA Porosa.....	125
6.1.3. Material radiológico .....	127
6.1.3.1. Aparato de Rayos-X .....	127
6.1.3.2. Chasis .....	127
6.1.3.3. Reveladora.....	128
6.1.3.4. Programa informático de visualización de imágenes.....	128
6.1.3.5. Impresora.....	128
6.1.3.6. Otros .....	128
6.1.4. Material anestésico.....	128
<b>6.2. Métodos .....</b>	<b>130</b>
6.2.1. Método preoperatorio .....	130
6.2.2. Método anestésico .....	134
6.2.3. Método quirúrgico.....	135
6.2.4. Método postoperatorio hasta la retirada de puntos.....	140
6.2.5. Método postoperatorio a largo plazo.....	142
6.2.6. Método de valoración clínica y radiológica .....	144
6.2.6.1. Método de valoración clínica funcional .....	144
6.2.6.2. Método de valoración de la presencia y de la evolución de la osteoartrosis .....	145
6.2.9. Método estadístico .....	149
<b>7. Resultados .....</b>	<b>153</b>
<b>7.1. Descripción de los resultados en base a la frecuencia relativa .....</b>	<b>153</b>
7.1.1. Referentes a los animales incluidos en el estudio .....	153
7.1.2. Referentes a los signos clínicos presentados por los animales incluidos en el estudio .....	157
7.1.3. Referentes a la técnica quirúrgica aplicada. ....	158
<b>7.2. Caracterización de las complicaciones intra y postoperatorias observadas .....</b>	<b>159</b>
7.2.1. Complicaciones intraoperatorias .....	160
7.2.2. Complicaciones inmediatas postoperatorias .....	160
7.2.3. Complicaciones postoperatorias a las tres semanas .....	160
7.2.4. Complicaciones postoperatorias a las seis semanas .....	161
7.2.5. Complicaciones postoperatorias a las doce semanas .....	161



<b>7.3. Evaluación de la funcionalidad postoperatoria de la rodilla .....</b>	<b>164</b>
7.3.1. Dolor .....	164
7.3.2. Apoyo .....	166
7.3.3. Cojera .....	167
7.3.4. Flexión.....	169
7.3.5. Extensión.....	171
7.3.6. Crepitación .....	172
7.3.7. Atrofia muscular.....	174
7.3.8. Limitación funcional de la rodilla (LFR) .....	175
<b>7.4. Valoración del grado de OA preoperatorio y su evolución a las 3, 6 y 12 semanas .....</b>	<b>176</b>
<b>7.5. Análisis de las relaciones entre factores .....</b>	<b>178</b>
<b>8. Discusión .....</b>	<b>185</b>
8.1. Discusión de los datos de los pacientes .....	185
8.2. Discusión de las complicaciones .....	188
8.3. Discusión de la limitación funcional de la rodilla.....	197
8.4. Discusión de la OA .....	202
8.5. Discusión de los implantes .....	205
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>211</b>
<b>10. Conclusions .....</b>	<b>215</b>
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>219</b>



## **Abreviaturas**



## Abreviaturas

AINE	Antiinflamatorio no esteroideo
CC:	Condición corporal
Cd:	Caudal
CdCr:	Caudocraneal (proyección radiológica)
CF:	Fijación craneal (del inglés “ <i>Cranial Fixation</i> ”)
Cr:	Craneal
CrCd:	Craneocaudal (proyección radiológica)
cm:	Centímetro/centímetros
CTWO:	Osteotomía craneal de la tibia en cuña (del inglés “ <i>Cranial Tibial Wedge Osteotomy</i> ”)
EDA:	Enfermedad degenerativa articular
HCVC	Hospital Clínico Veterinario Complutense
HR:	Alta resistencia (de sus siglas en inglés “ <i>High Resistance</i> ”)
ITC:	Instituto Tecnológico de Canarias
Kg:	Kilogramo/kilogramos
KW-HR:	Cuña de alta resistencia para uso de agujas (de sus siglas en inglés “ <i>Kirschner Wire High Resistance</i> ”)
LCCd:	Ligamento cruzado caudal
LCCr:	Ligamento cruzado craneal
LFR:	Limitación funcional de la rodilla
Lig:	Ligamento
Ligg:	Ligamentos
M:	Músculo
min:	minuto/minutos
ML:	Mediolateral (proyección radiológica)
Mm:	Músculos
mm:	milímetro/milímetros
MMP:	Procedimiento modificado de Maquet (de sus siglas en inglés “ <i>Modified Maquet Procedure</i> ”)
MMT:	Técnica modificada de Maquet (del inglés “ <i>Modified Maquet Technique</i> ”)

## Abreviaturas

m-TTA:	Técnica modificada de adelantamiento de tuberosidad tibial (del inglés “ <i>modified</i> ” TTA)
N:	Población muestral
N-MMT:	Nueva técnica de Maquet modificada (de sus siglas en inglés “ <i>New Modified Maquet Procedure</i> ”)
OA:	Osteoartrosis
p:	Valor de p, valor de la p consignado, o p-valor (probabilidad correspondiente al estadístico de ser posible bajo la hipótesis nula)
PEEK	Polieteretercetona (polímero técnico termoplástico semicristalino)
RLCCr:	Rotura del ligamento cruzado craneal
RLCCd:	Rotura del ligamento cruzado caudal
TCC:	Tendón calcáneo común
TPLO:	Osteotomía de nivelación de la meseta tibial (del inglés “ <i>Tibial Plateau Leveling Osteotomy</i> ”)
TTA:	Adelantamiento de la tuberosidad tibial (del inglés “ <i>Tibial Tuberosity Advancement</i> ”)
TTA CF:	Adelantamiento de la tuberosidad tibial con fijación craneal (del inglés “ <i>Tibial Tuberosity Advancement Cranial Fixation</i> ”)
TT:	Tuberosidad tibial
TWO:	Osteotomía tibial en cuña (del inglés “ <i>Tibial Wedge Osteotomy</i> ”)

## **Resumen**





## 1. Resumen

La rotura del ligamento cruzado craneal (RLCCr) es la primera causa de cojera en ortopedia veterinaria de las extremidades posteriores en la especie canina. Su tratamiento es quirúrgico y uno de los métodos para realizarlo es el adelantamiento de la tuberosidad tibial (TTA, del inglés “*Tibial Tuberosity Advancement*”). La TTA ha evolucionado mucho desde su primera descripción a principios de este siglo y la tendencia actual a nivel comercial es lograr su perfección para reducir el número de complicaciones mayores e intentar frenar la enfermedad degenerativa articular (EDA) u osteoartrosis (OA).

Los objetivos de esta tesis se han centrado en validar la eficacia de una variante de la técnica de TTA, llamada TTA Porosa con pestaña desarrollada por el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC)(Las Palmas de Gran Canarias, España), valorando las complicaciones presentadas, la progresión de OA que se genera tras su realización y la evolución de la limitación funcional de las rodillas a lo largo de tres meses tras su aplicación en perros con RLCCr.

Para ello se ha realizado un estudio en 65 perros con RLCCr tratados con TTA Porosa con pestaña, en el que se han evaluado el dolor, la cojera, el apoyo, la flexión, la extensión, la crepitación y la atrofia muscular. Se han descrito también las complicaciones y el grado de OA observado radiológicamente en los controles radiológicos realizados a las 3, 6 y 12 semanas postoperatorias, para que esta variante sea considerada una opción más en el tratamiento quirúrgico de la RLCCr. Además, también se detallaron los implantes utilizados y se buscó una relación entre ellos y los datos de cada paciente.

Los resultados mostraron una evolución clínica positiva y significativa de las rodillas evaluadas, con una progresión del grado OA mínima y no significativa, y una presentación de 31 complicaciones menores a las tres semanas postoperatorias (47,69%), 7 a las seis semanas postoperatorias (10,77%) y 4 a las doce semanas postoperatorias (6,15%). Se registró un único caso con complicaciones mayores (1,53%) y solo en la revisión de las doce semanas.

## *Resumen*

Se puede concluir que la evolución clínica de la funcionalidad de las rodillas de los animales tratados mediante TTA Porosa con pestaña fue favorable, hubo un número de complicaciones y un progreso de OA muy bajos, y por lo tanto se trata de una alternativa viable y eficaz para el tratamiento de la RLCCr.

**Palabras claves:** Rotura ligamento cruzado craneal, adelantamiento tuberosidad tibial, rodilla, TTA, perros.

## **Summary**



## **2. Summary**

Cranial cruciate ligament rupture (CrCLR) is the most frequent cause of lameness of the hind limb in dogs. The treatment must be surgical and one of the techniques is the tibial tuberosity advancement (TTA). TTA has evolved since it was firstly described and the trend is to perform surgeries that provide fewer major complications and less osteoarthritis (OA) progression.

The objective of this study was to assess a surgical technique called Porous TTA with flange. This study was performed in 65 dogs that underwent Porous TTA with flange procedure, to validate it as an alternative for CrCLR treatment. Complications, progression of OA and clinical outcomes (pain, lameness, weight bearing, flexion, extension, crepitation and atrophy) were reported over three months, at 3, 6 and 12 weeks. Specific implants were described for each case trying to correlate them with patient data.

Results showed a positive clinical outcome, a mild OA progression, and a minor complication rate of 47,69% at the three weeks follow up (31/65), 10,77% in the six weeks follow up (7/65) and 6,15% in the twelve weeks follow up (4/65). Major complications were observed only in the last review and represented 1,53% of the cases.

Clinical outcomes, complications and OA progression showed that Porous TTA with flange is an efficient alternative for surgical treatment of CrCLR.

**Key words:** Cranial cruciate ligament failure, tibial tuberosity advancement, stifle, TTA, dogs.



## **Introducción**





### **3. Introducción**

El LCCr es el principal elemento de estabilidad en la rodilla del perro; y cualquier fallo en su mecanismo de acción se asocia a la aparición de signos de OA y de cojeras más o menos agudas según el grado de degeneración de las fibras. Su rotura, parcial o total, es la causa más frecuente de cojera en la extremidad posterior en el perro y representa un gasto anual sumamente importante en el ámbito de la salud animal. El tratamiento es de carácter quirúrgico e inicialmente consistía en la sustitución del ligamento por una prótesis natural o sintética. Las técnicas basadas en la osteotomía de la tibia tratan de eliminar la tensión a la que está sujeto el LCCr en el momento del apoyo de la extremidad, anulando las fuerzas de empuje craneal de la tibia mediante la realización de diferentes osteotomías y movimientos tibiales que modifican la biomecánica de la rodilla siendo entonces la función del LCCr prescindible.

Se han descrito diferentes técnicas para neutralizar el empuje craneal de la tibia, siendo las dos más utilizadas: la nivelación de los cóndilos tibiales y el adelantamiento de la tuberosidad tibial (TTA). Ambos métodos han resultado ser eficaces en el tratamiento de la RLCCr en la especie canina, pero siguen siendo objeto de estudio debido al número de complicaciones, tanto peri como postoperatorias, señaladas en todas las investigaciones realizadas. Hasta ahora no se ha detallado ninguna técnica que anule completamente el porcentaje de estas complicaciones y garantice una excelente recuperación funcional de la articulación de la rodilla, por lo que cualquier aporte científico en este campo es un valioso avance.

La TTA es una técnica que ha tenido una gran evolución desde que se demostró su eficacia en 2002. En la bibliografía existen más de 16 variantes, algunas incluso con cambios internos dentro de sí mismas. Aunque todas se basan en los mismos fundamentos, algunas variaciones han significado un gran avance para la disminución del número de implantes empleados y la reducción de las complicaciones postoperatorias.



## **Revisión bibliográfica**



## 4. Revisión bibliográfica

### 4.1. Anatomía y biomecánica de la rodilla

#### 4.1.1. Anatomía

La articulación de la rodilla es una diartrosis compleja, condilar y sinovial. Está compuesta por dos articulaciones, la articulación femorotibial (entre el fémur y la tibia) y la articulación femororrotuliana (entre el fémur y la rótula), que a su vez tienen componentes tendinosos, ligamentosos, musculares, óseos y cartilagosos que le permiten realizar movimientos en los tres planos del espacio, como son la flexión, la extensión, la abducción, la aducción y la rotación tanto interna como externa (Budras et al., 2007). Algunos autores engloban como parte de la rodilla la articulación tibioperonea, ubicada en la parte laterocaudal de la tibia, pero en realidad esta queda excluida de la cápsula articular, y por ello, anatómicamente no se la considera parte de ella. La importancia de la articulación tibioperonea en el estudio biomecánico de la articulación de la rodilla viene dada porque el Lig. colateral lateral se inserta en la cabeza del peroné (Etchepareborde, 2014).

##### 4.1.1.1. *Articulación femorotibial*

###### *a) Superficies articulares*

La porción ósea que compone la articulación de la rodilla consta de la región distal del fémur, de la tibia proximal y de la rótula (o patela), que puede ser considerada como el sesamoideo de la inserción del M. cuádriceps femoral. El centro de osificación de la extremidad distal del fémur suelda al año, o máximo al año y medio de edad, mientras que los de la extremidad proximal de la tibia y el de la tuberosidad tibial (TT), que tiene uno propio, cierran a los 12 meses (König y Liebich, 2005).

Las superficies articulares de la extremidad distal del fémur son los cóndilos lateral y medial (Figura 1a), que se sitúan en posición caudal y están separados por una profunda fosa intercondílea (Figuras 1b y 1c). Cada uno de los cóndilos femorales articula con un

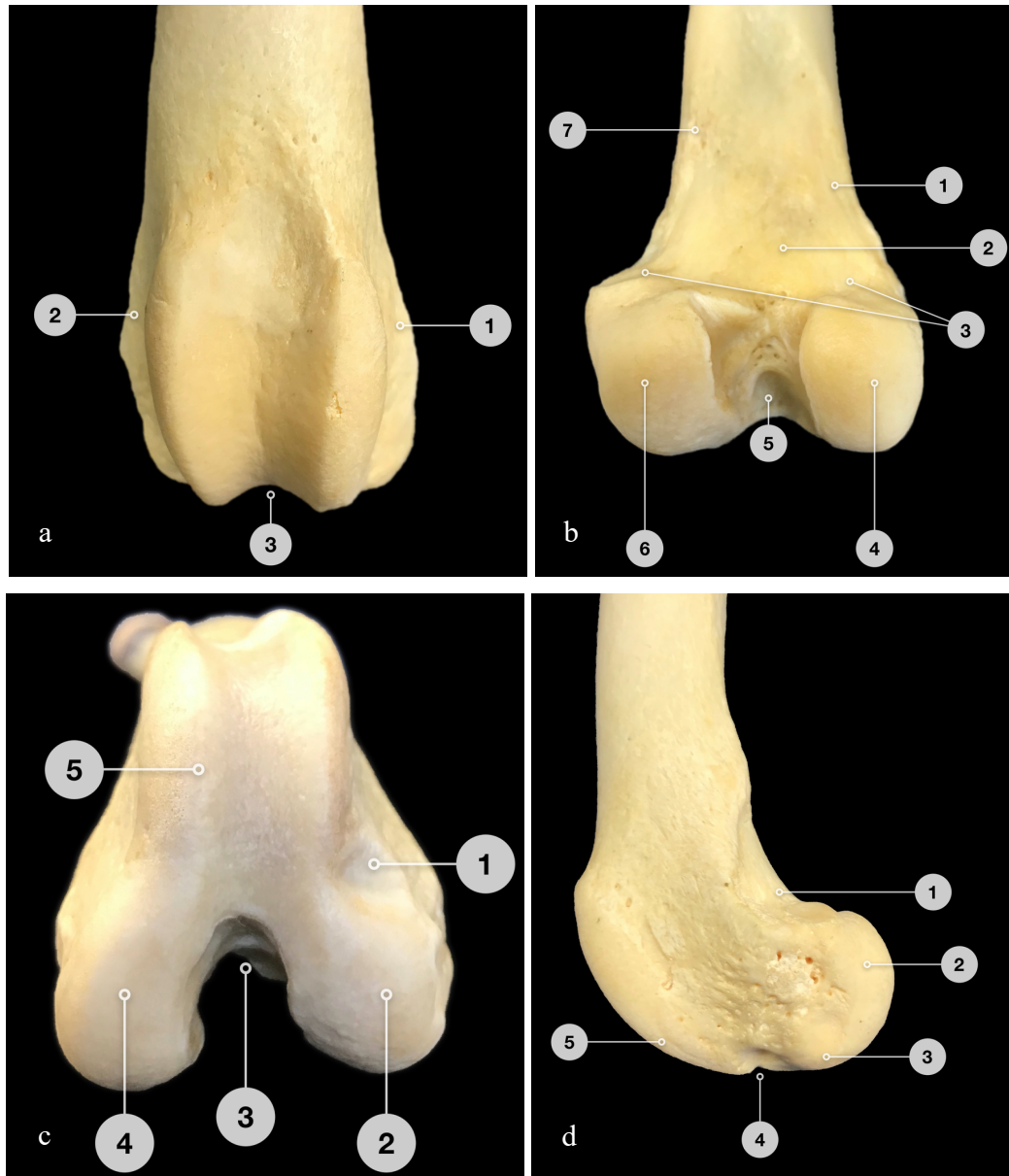
cóndilo de la tibia (medial y lateral) gracias a la presencia del menisco. Los meniscos son piezas semilunares de fibrocartílago que permiten la adaptación entre la forma redondeada de los cóndilos femorales y la forma de silla de montar de los cóndilos tibiales. La superficie articular para los cóndilos del fémur es cóncava, mientras que la superficie que contacta con la tibia es plana. Las caras laterales de ambos cóndilos femorales constituyen sendos epicóndilos lateral y medial, zonas de inserción de los ligamentos colaterales (Figura 1d) (Sisson et al., 1982).

La superficie distal del fémur articula con la rótula mediante la tróclea, permitiendo así el movimiento de deslizamiento (Figura 1a). La tróclea está constituida por dos labios, uno medial y otro lateral que evitan la posible luxación de la rótula (Figura 1a). Entre el labio lateral de la tróclea y el epicóndilo lateral se encuentra la fosa de inserción del tendón del M. extensor digital largo y más caudal a ella, la fosa de origen del tendón del M. poplíteo (Figuras 1c y 1d) (Dhumeaux, 2008).

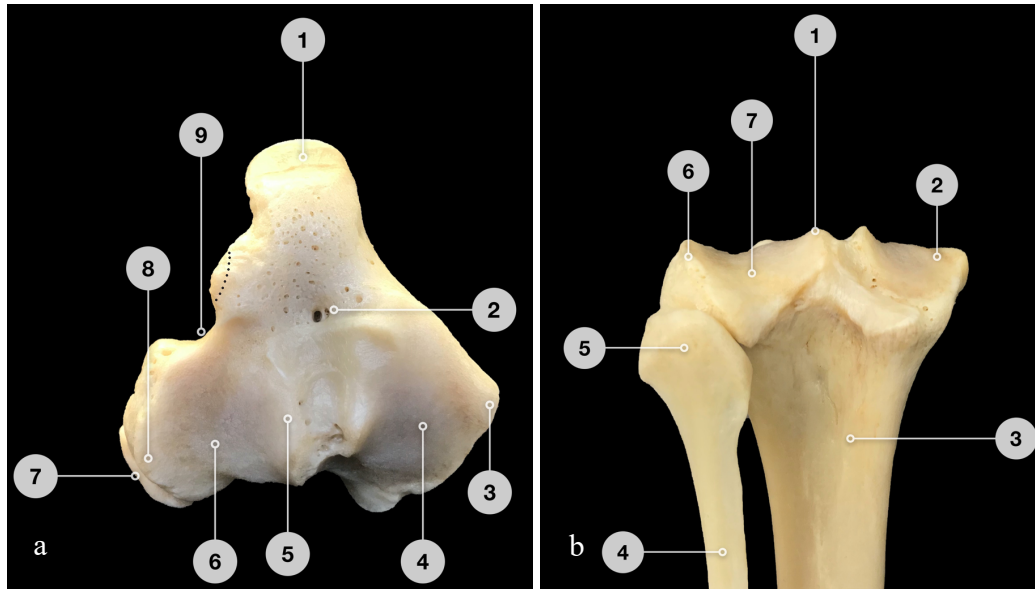
Existen otros elementos óseos asociados a la articulación de la rodilla, entre los que destacan los sesamoideos del M. gastrocnemio que se sitúan en los tendones de origen de este músculo, uno medial y otro lateral en la zona caudal y proximal de los cóndilos femorales. Otro sesamoideo asociado a la región de la rodilla es el del tendón de origen del M. poplíteo en la porción proximal y caudolateral de la tibia, situado próximo a la articulación tibioperonea proximal.

La extremidad proximal de la tibia está formada por los cóndilos lateral y medial y una pequeña muesca caudal, la incisura poplíteo, para alojar al M. poplíteo. Las superficies articulares de cada cóndilo forman depresiones que se unen al correspondiente cóndilo femoral, así como al menisco. Entre ambas superficies articulares se eleva la eminencia intercondilar (Figuras 2a y 2b), la cual se divide en dos tubérculos intercondíleos, medial y lateral, debido a la presencia del área intercondilar central, para la inserción del LCCr (Figura 2a). Caudal a la eminencia intercondilar existe un área intercondilar para inserción del ligamento cruzado caudal (LCCd). Un tercer área intercondilar se sitúa craneal a la eminencia intercondilar, y corresponde a dos zonas rugosas para la fijación de los meniscos (Schaller, 1996).

En la mayoría de razas, la eminencia intercondílea tiene una inclinación caudal en relación con el eje funcional de la tibia y muchos estudios se han centrado en determinar su importancia en el momento de cargar peso y de aplicar fuerzas en la rodilla que pueden causar deficiencias en el LCCr (Morris y Lipowitz, 2001).



**Figura 1:** Detalle del fémur izquierdo de un perro. **a.** Vista craneal. 1: cóndilo medial. 2: cóndilo lateral. 3: tróclea. **b.** Vista caudal. 1: tuberosidad supracondilar medial. 2: área poplítea. 3: ubicación de los sesamoideos de los gastrocnemios. 4: cóndilo medial. 5: fosa intercondílea. 6: cóndilo lateral. 7: tuberosidad supracondilar lateral. **c.** Vista distal. 1: inserción del tendón del M. extensor digital largo. 2: cóndilo lateral. 3: fosa intercondílea. 4: cóndilo medial. 5: tróclea. **d.** Vista lateral. 1: zona supracondílea para sesamoideo lateral. 2: epicóndilo lateral. 3: fosa poplítea. 4: fosa del tendón del M. extensor digital largo. 5: labio lateral de la tróclea.



**Figura 2:** Detalle de la extremidad proximal de la tibia izquierda de un perro, articulada con el peroné. **a.** Vista proximal. 1: tuberosidad de la tibia. 2: forámenes vasculares. 3: cóndilo medial. 4: superficie articular medial. 5: eminencia intercondílea. 6: superficie articular lateral. 7: peroné. 8: cóndilo lateral. 9: surco del tendón del M. extensor digital largo. La línea discontinua señala la protuberancia craneal al surco extensor. **b.** Vista caudal. 1: eminencia intercondílea. 2: cóndilo medial. 3: tibia. 4: peroné. 5: cabeza del peroné. 6: cóndilo lateral. 7: superficie articular proximal.

En la parte craneolateral de la extremidad proximal de la tibia se dispone un surco profundo que alberga el M. extensor digital largo denominado surco extensor. Un punto importante desde el punto de vista clínico es la prominencia ósea situada cranealmente a este surco. En la especie humana, esta prominencia se conoce como Tubérculo de Gerdy, sin embargo, en el perro se emplea la nomenclatura dictada por la nomenclatura anatómica, por lo que se considera parte de la tuberosidad de la tibia, el borde caudal y lateral de la TT (Figura 2) (Donegan et al., 2015; International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017; Pacheco et al., 2019).

#### *b) Cápsula articular*

La cápsula articular de la articulación femorotibial es amplia y está formada por dos estratos. El estrato fibroso se une a los bordes de la articulación y de los meniscos, encerrando por completo a ambos cóndilos del fémur. El estrato sinovial se separa de la hoja fibrosa externa y forma dos cavidades sinoviales, una para cada cóndilo. Estas bolsas sinoviales (lateral y medial) comunican entre sí. Los meniscos situados en el interior de



estas cavidades articulares hacen que se formen dos compartimentos comunicados, proximal y distal, en cada una de las cavidades. La bolsa articular medial comunica a su vez con la cavidad articular de la articulación femororrotuliana, y encierra los dos huesos sesamoideos del M. gastrocnemio. La bolsa sinovial lateral se prolonga hacia el surco extensor rodeando al tendón de origen del M. extensor digital largo, y lo mismo sucede con el tendón de origen del M. poplíteo. Además, la bolsa femorotibial lateral comunica con la articulación tibioperonea proximal, entre la cabeza del peroné y el cóndilo lateral de la tibia (König y Liebich, 2005).

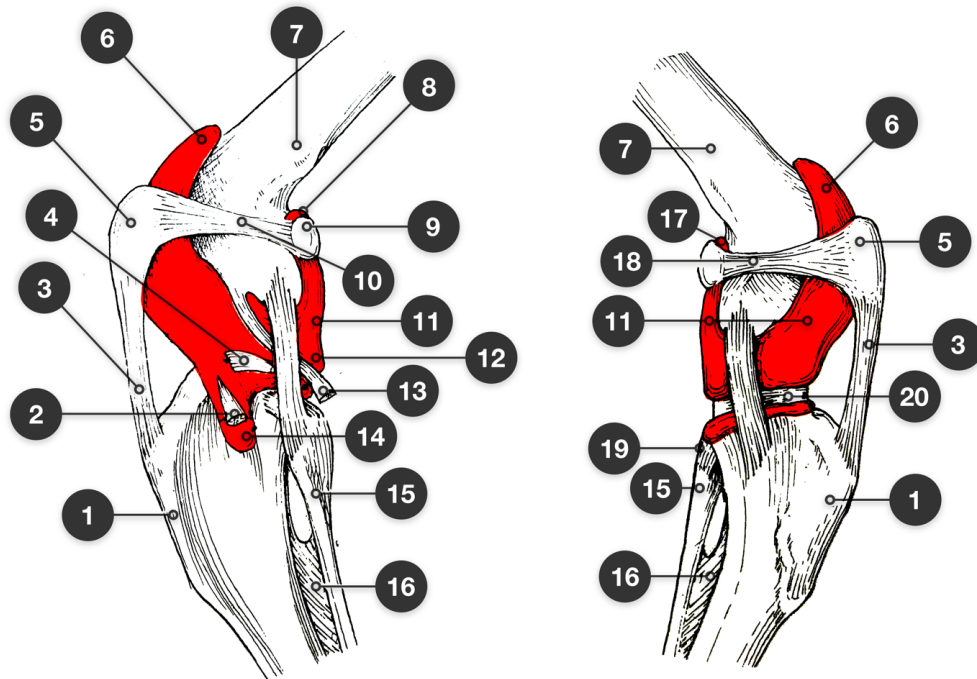
### *c) Ligamentos de la rodilla*

Los ligamentos de la articulación femorotibial comprenden los ligamentos colaterales y los ligamentos cruzados. El Lig. colateral medial conecta el epicóndilo medial del fémur con el borde del cóndilo medial de la tibia (Figura 3). El hecho de que la inserción en la tibia sea multifocal, ocasiona que la porción craneal de este ligamento presente tensión tanto en la flexión como en la extensión de la rodilla, mientras que la porción caudal se tensa solo durante el movimiento de extensión; siendo su rol evitar el movimiento en valgo de la rodilla (Etchepareborde, 2014).

Por otro lado, el Lig. colateral lateral nace del epicóndilo lateral del fémur y se inserta en la cabeza del peroné, evitando el movimiento en varo de la rodilla. Aunque su función es mucho más sencilla, en el momento de la extensión se tensa y durante la flexión se relaja (Sisson et al., 1982). La función de los ligamentos colaterales es más relevante en extensión, mientras que en el momento de la flexión toman más importancia el LCCr y el LCCd (Etchepareborde, 2014).

El origen de los ligamentos cruzados se encuentra en la fosa intercondílea femoral. Estos ligamentos son dos fuertes bandas ubicadas entre las dos cavidades sinoviales (medial y lateral), que se cruzan formando una X y reciben su nombre de acuerdo con su lugar de inserción en la tibia (König y Liebich, 2005). Así, el LCCr se origina proximalmente en la cara interna del cóndilo lateral del fémur y cruza diagonalmente en una dirección medial hasta insertarse distalmente en el área central de la tibia, justo en la base de la eminencia intercondílea. Este ligamento está compuesto por dos bandas estrechamente

relacionadas, una craneomedial que se tensa tanto en flexión como en extensión, y una caudolateral que se tensa en flexión y se relaja en extensión (Dhumeaux, 2008).

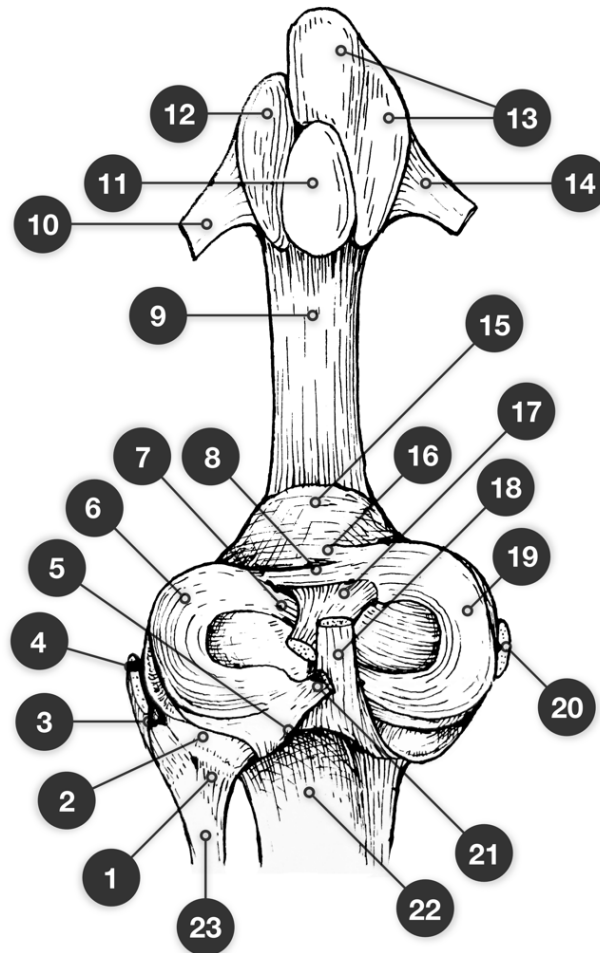


**Figura 3:** Anatomía de la articulación de la rodilla. **a.** Vista lateral. 1: TT. 2: Tendón del M. extensor digital largo. 3: Lig. rotuliano. 4: Menisco lateral. 5: Superficie craneal de la rótula. 6: Receso sinovial rotuliano. 7: Extremidad distal del fémur. 8: Receso del hueso sesamoideo supracondilar lateral. 9: Hueso sesamoideo supracondilar lateral. 10: Lig. femororotuliano lateral. 11: Sinovia femorotibial. 12: Receso subpoplíteo. 13: Tendón del M. poplíteo. 14: Receso subextensorio. 15: Peroné. 16: Membrana interósea. **b.** Vista medial. 17: Receso del hueso sesamoideo supracondilar medial. 18: Lig. femororrotuliano medial. 19: Lig. caudal de la cabeza del peroné. 20: Menisco medial (Imagen adaptada de Barone, 1980).

El LCCd se origina proximalmente en la parte interna del cóndilo medial del fémur, se cruza medialmente en su recorrido con el LCCr y se inserta en la parte caudal de la incisura poplíteo de la tibia (área intercondilar caudal) (Sisson et al., 1982). Al igual que el LCCr, el LCCd está compuesto por dos bandas, una craneal, que se tensa en extensión y se relaja en flexión, y una caudal que trabaja de manera contraria (Figura 4) (Dhumeaux, 2008).

Dada esta compleja anatomía se puede entender que el papel de los ligamentos cruzados no solo es el de estabilizar los movimientos craneocaudales de la rodilla (el LCCr evita

el desplazamiento de la tibia hacia craneal con respecto al fémur y el LCCd evita el desplazamiento hacia caudal), sino que también actúan sobre la estabilidad de la rotación interna sobre todo en la flexión. El LCCr gira sobre sí mismo y se enrolla alrededor del LCCd evitando una exagerada rotación interna de la tibia (Dhumeaux, 2008).



**Figura 4:** Vista proximal de una tibia izquierda. 1: Lig. caudal de la cabeza del peroné. 2: Superficie de deslizamiento para el M. poplíteo. 3: Lig. craneal de la cabeza del peroné. 4: Lig. colateral lateral. 5: Inserción caudal tibial del menisco lateral. 6: Menisco lateral. 7: Inserción craneal del menisco lateral. 8: Lig. transversal. 9: Lig. rotuliano. 10: Lig. femororrotuliano lateral. 11: Superficie articular de la rótula. 12: Fibrocartílago parapatelar lateral. 13: Fibrocartílago parapatelar medial. 14: Lig. femororrotuliano medial. 15: TT. 16: Inserción craneal del menisco medial. 17: LCCr. 18: LCCd. 19: Menisco medial. 20: Lig. colateral medial. 21: Lig. mensicofemoral caudal. 22: Cara caudal de la tibia. 23: Peroné (Imagen adaptada de Barone, 1980).

Existe también un Lig. poplíteo oblicuo en la articulación femorotibial, que es un refuerzo de la cápsula que cruza de lateroproximal a mediodistal (König y Liebich, 2005).

#### *4.1.1.2. Articulación femororrotuliana*

La articulación femororrotuliana es una articulación deslizante (König y Liebich, 2005). La rótula se desliza a lo largo de una amplia superficie de la tróclea del fémur, como se ha descrito anteriormente, entre los labios de la tróclea. Este deslizamiento se sincroniza con los movimientos de la articulación femorotibial. La articulación femororrotuliana comunica distalmente con la femorotibial, y proximalmente, su cápsula se extiende por debajo del tendón del M. cuádriceps femoral o tendón rotuliano, dentro del cual la rótula está incluida como hueso sesamoideo.

Los ligamentos de la articulación femororrotuliana fijan la rótula al fémur y también al tendón rotuliano. Están compuestos por los retináculos rotulianos y los Ligg. femororrotulianos. Los retináculos rotulianos consisten en refuerzos de fascia entre el tendón rotuliano, la rótula y los cóndilos del fémur y de la tibia; mientras que los Ligg. femororrotulianos lateral y medial son estructuras delgadas que unen el fémur a la rótula y que muchas veces no se diferencian y son considerados parte de los retináculos rotulianos (König y Liebich, 2005). Los Ligg. femororrotulianos se disponen entre el epicóndilo femoral de cada lado y la rótula, y evitan los movimientos laterales y mediales en el momento de la flexión y la extensión de la rodilla. Por último, el Lig. rotuliano es el tendón terminal del M. cuádriceps femoral (Figura 3). Este ligamento cubre la articulación femorotibial y da inserciones a la tuberosidad de la tibia. Por debajo del Lig. rotuliano existe un cuerpo adiposo infrarrotuliano que separa su porción caudodistal de la sinovia. El espesor de esta grasa subpatelar varía con cada individuo (Dhumeaux, 2008).

#### *4.1.1.3. Músculos que mueven la articulación de la rodilla*

Se pueden distinguir dos grupos de músculos: los músculos propios de la articulación, que solamente son dos, el M. cuádriceps femoral y el M. poplíteo; y los músculos de la nalga, que abarcan varias articulaciones y por lo tanto su acción sobre la rodilla es secundaria (König y Liebich, 2005).

El M. cuádriceps femoral forma la masa muscular de la cara craneal del muslo. Está compuesto por cuatro cabezas, los Mm. vastos lateral, medial e intermedio, cuyo origen

es el fémur proximal, y el M. recto femoral que se origina en el ilion. Todos ellos convergen a la altura de la rótula en el tendón del cuádriceps. Su función sobre la articulación de la rodilla es la de un extensor fuerte, cuando se contraen no solo propulsan el tronco hacia delante, sino que fijan la articulación. Ejercen fuerza de tracción sobre la TT empujando la tibia hacia adelante, fuerza que es contrarrestada por la acción del LCCr (Etchepareborde, 2014). Además, el M. vasto lateral y el M. bíceps femoral cumplen una función abductora, de rotación externa y estabilizadora en varo de la rodilla. Por último, como extensores de la rodilla, con función similar a la del M. cuádriceps pero con menor importancia, están también el M. semimembranoso y el M. tensor de la fascia lata.

El M. poplíteo se origina en el epicóndilo lateral del fémur y su tendón contiene un pequeño sesamoideo en la mayoría de los perros. A lo largo de su recorrido pasa por la cara caudal de la articulación, adosándose a la cápsula articular de la articulación femorotibial, para terminar insertándose en la superficie próximomedial de la tibia después de ensancharse en su recorrido hacia medial. Su tendón de origen discurre por debajo del Lig. colateral lateral. El M. poplíteo es flexor de la articulación de la rodilla y determina la pronación de la pierna. Estabiliza la rodilla, manteniendo el menisco lateral en su sitio durante la rotación interna de la rodilla, función que comparte con los Mm. semitendinoso y semimembranoso.

En el grupo de músculos flexores de la rodilla en estación, están todos aquellos que poseen tendones que pasan por la superficie caudal de la articulación. Los más potentes son el M. semitendinoso, la porción caudal del M. semimembranoso y algunos fascículos caudales del M. bíceps femoral (Dhumeaux, 2008).

Medialmente, se encuentran los Mm. sartorios, cuyo origen común se encuentra en la porción ventral de la cresta iliaca. El M. sartorio craneal se inserta en la cara medial del fémur y su función sobre la rodilla es la de extensión. El M. sartorio caudal, por su parte, se inserta en el borde medial de la porción proximal de la tibia y ejerce la función de flexión sobre la rodilla. En localización medial, también se encuentra el M. gracilis, que se origina en la sínfisis púbica y se inserta en el borde craneoproximal de la tibia, aunque una porción de su fascia continúa distalmente para formar el tendón común del calcáneo (TCC) junto con los tendones de los Mm. gastrocnemios, flexor digital superficial, bíceps femoral y semitendinoso. La acción de todos ellos sobre la rodilla es la de flexionar

(Etchepareborde, 2014). Los Mm. sartorios, gracilis, semitendinoso y semimebranoso también cumplen una función de aductores de la rodilla y estabilizan en valgo la rodilla (Dhumeaux, 2008).

Dos de los músculos más relevantes de la pierna para el estudio biomecánico de la rodilla son los Mm. gastrocnemios, que se originan a nivel de las tuberosidades supracondilares mediales y laterales del fémur distal. Sus tendones proximales presentan un pequeño hueso sesamoideo, mientras que los tendones distales se fusionan para formar parte del TCC e insertarse en la tuberosidad del calcáneo. Su función principal es la de extensión del tarso; al producirse la contracción, se produce una fuerza que tracciona caudodistalmente del fémur y por consiguiente empuja la tibia hacia adelante, lo que constituye el fundamento de la prueba de compresión tibial o cajón indirecto (Etchepareborde, 2014).

#### *4.1.1.4. Vascularización e inervación de la rodilla*

La vascularización de la articulación de la rodilla procede fundamentalmente de las arterias caudales que nacen de la arteria poplítea. Estas penetran la cápsula articular por su región caudal y discurren cráneodistalmente a la fosa intercondílea, cruzando cranealmente entre los dos ligamentos cruzados. La contribución de las estructuras óseas a la irrigación de los ligamentos cruzados es casi nula, y quien se encarga predominantemente de su vascularización son los tejidos blandos adyacentes, como la grasa subpatelar y la microcirculación de la membrana sinovial (De Rooster y Comerford, 2018). Por otro lado, la vascularización medial de la cápsula articular procede de la arteria descendente de la rodilla, rama de la arteria safena, mientras que por lateral es irrigada por la arteria proximal de la rodilla, proveniente de la arteria femoral caudal distal (Payne y Constantinescu, 1993).

La inervación de las estructuras periarticulares de la rodilla procede de los nervios safeno, tibial y peroneo, mediante los nervios articulares medial, caudal y lateral, respectivamente. A nivel de motricidad la extensión de la rodilla está controlada por el nervio femoral y la flexión por el ciático (De Rooster et al., 2006; Dhumeaux, 2008).

#### 4.1.2. Biomecánica

La biomecánica es la ciencia que estudia las fuerzas que actúan sobre los seres vivos, en estación y en movimiento (aceleraciones). En veterinaria, generalmente se estudia cuando la anatomía del animal está intacta y cuando existen patologías específicas como en el caso de la RLCCr o la luxación de rótula (Dhumeaux, 2008).

##### 4.1.2.1. Movimientos y fuerzas

Los movimientos normales de la rodilla se relacionan con los tres planos del espacio. En el plano sagital están los movimientos de flexión y extensión, en el frontal los de varo y valgo, y en el axial los de rotación (pronación y supinación) (International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

En el perro, el rango de movimiento normal de la articulación de la rodilla en el plano medial es de aproximadamente 140° (Dependiendo de la raza: 120-145° en estación y 100-160° cuando no hay carga de peso). La flexión se relaciona estrechamente con la rotación interna debido a la anatomía de los cóndilos tibiales y femorales que les proporciona una menor zona de contacto por medial. Esta asimetría, sumada a la relajación del Lig. colateral lateral durante la flexión, causa un pequeño desplazamiento caudal del cóndilo lateral y explica la rotación de la tibia hacia medial en el plano axial (Vasseur, 2003). Por el contrario, durante la extensión, el movimiento es totalmente el opuesto, llegando a una ligera rotación externa de la tibia en relación con el fémur. Este conjunto de movimientos existe también en la especie humana, y se denomina “*screw home mechanism*” o “mecanismo de atornillado” y puede llegar a 10° de amplitud (Dhumeaux, 2008; Agostinho et al., 2011; Bertocci et al., 2016).

Los movimientos de varo (hacia dentro o medial) y valgo (hacia fuera o lateral) son los realizados por la tibia en relación con el fémur, pero en el plano frontal. En general tienen una media de 10°, siendo los ligamentos colaterales los encargados de estabilizarlos. El Lig. colateral medial se opone al valgo y el lateral al varo; aunque durante la flexión, al estar casi totalmente relajados ambos colaterales, serán los ligamentos cruzados los que aportarán más estabilidad transversal en la rodilla (Vasseur, 2003).

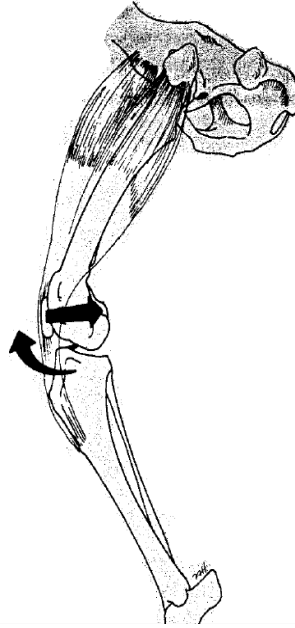
La rodilla fue considerada durante muchos años una articulación sencilla con movimientos principales solo en el plano sagital, por ser la flexión y la extensión los movimientos más evidentes. En 1993, se describió un modelo muy sencillo que explicaba por qué la RLCCr implica un movimiento hacia craneal de la tibia en relación con el fémur (Slocum y Slocum, 1993). Este modelo mostraba la fuerza que lleva a una rotura traumática del LCCr por hiperextensión, pero no justificaba la aparición de roturas parciales o por fatiga. Por este motivo, se pensó que las fuerzas que actúan sobre la rodilla, como las creadas por los músculos y el peso del animal, debían jugar un papel importante en el momento de la RLCCr (Dhumeaux, 2008).

Durante el apoyo en la estación, las fuerzas que actúan son las que ejercen los tendones que pasan por la cara craneal y caudal de la rodilla, por los Mm. gastrocnemios y el propio peso del animal. El empuje craneal más relevante es el ejercido por el M. cuádriceps a través de su tendón y del Lig. rotuliano, es una tracción antero-proximal opuesta a la acción del LCCr (Figura 5). En sentido contrario, las fuerzas de la cara caudal están representadas por la contracción de los Mm. bíceps femoral, gracilis, y las bandas caudales de los Mm. semimembranoso y sartorio (Figura 6). La contracción de estos músculos produce una tracción posterior sobre la tibia proximal, de forma que previenen una hiperextensión y ayudan a estabilizar la rodilla en posición fisiológica de semiflexión, siendo agonistas del LCCr (Slocum y Slocum, 1993).

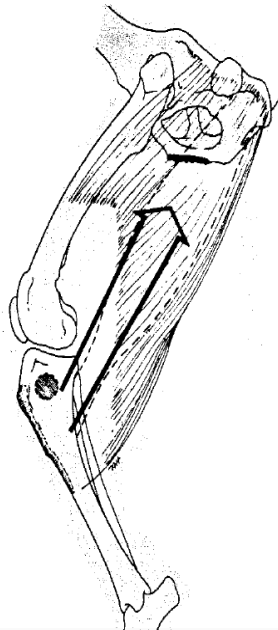
La acción de los Mm. gastrocnemios responde a la disposición anatómica de sus inserciones, es decir proximalmente las fosas supracondíleas medial y lateral del fémur y distalmente el tendón calcáneo común. Al contraerse estos músculos en estación provocan la extensión del tarso y una ligera flexión de la rodilla, acompañada de la tracción caudal del fémur, por lo que antagonizan a la acción del LCCr (Figura 7).

La presión ejercida por el peso del animal debe ser tomada en consideración para entender el modelo dinámico de la rodilla. Esta presión es una fuerza inducida por el peso, perpendicular al suelo y es el fémur quien la transmite a la tibia. Anatómicamente, la superficie proximal de los cóndilos de la tibia no es perpendicular al suelo por lo que esta fuerza termina descomponiéndose en dos, una fuerza compresiva y una craneal perpendicular a la primera, siendo la dirección final craneodistal al punto de contacto de las dos superficies articulares (Slocum y Slocum, 1993).

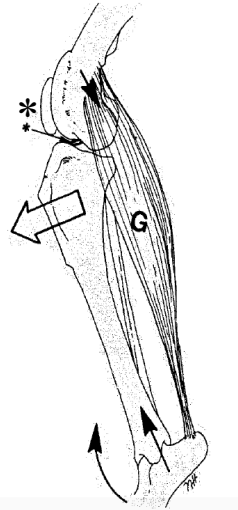




**Figura 5:** Tracción craneoproximal de los Mm. cuádriceps sobre la tibia proximal (flecha curva), opuesta a la acción del LCCr. La presión del fulcro de la rótula contra el fémur aumenta el desplazamiento caudal del mismo y por consiguiente la presión ejercida sobre el LCCr (Imagen obtenida de Dhumeaux, 2008).



**Figura 6:** Fuerza ejercida por las inserciones de los Mm. bíceps femoral, gracilis, y las bandas caudales de los Mm. semimembranoso y sartorio. Esta fuerza es agonista a la ejercida por el LCCr (Imagen obtenida de Dhumeaux, 2008).



**Figura 7:** Las fuerzas ejercida por los Mm. gastrocnemios en sus inserciones en el momento de la contracción (flechas negras) provoca un empuje de la tibia hacia craneal. Si el LCCr (asterisco) está intacto, las fuerzas están balanceadas y la tibia no se desplaza, pero si se encuentra roto la tibia se subluxa hacia craneal (Imagen obtenida de Dhumeaux, 2008).

#### 4.1.2.2. Definición de empuje craneal de la tibia

Teniendo en cuenta todos los antecedentes anatómicos y mecánicos, se puede concluir que el empuje craneal de la tibia es la fuerza generada por la acción del peso del animal en apoyo y de los músculos cuyos tendones que pasan por la cara craneal de la rodilla, principalmente el tendón del M. cuádriceps, así como por la acción de los Mm. gastrocnemios. Esta fuerza recae fisiológicamente sobre la porción proximal de la tibia. Anatómicamente este empuje se da en el perro debido a la inclinación existente en la superficie articular de la tibia proximal, y también porque el punto de contacto tibiofemoral está ubicado cranealmente al eje funcional de la tibia cuando el animal está en estación. Las únicas fuerzas que se oponen a este empuje son las de los músculos cuyos tendones pasan por la parte caudal de la rodilla y las ejercidas por el LCCr.

Gracias a estos antecedentes, es fácil comprender que cuanto mayor es la fuerza de empuje craneal, mayor será la tensión a la que estará sometido el LCCr, y por consiguiente mayor el riesgo de rotura parcial o total del mismo. Asimismo, se evidencia que la rotura no siempre se debe a un agente traumático, sino que puede ser producida por una degeneración progresiva del LCCr (Dhumeaux, 2008).

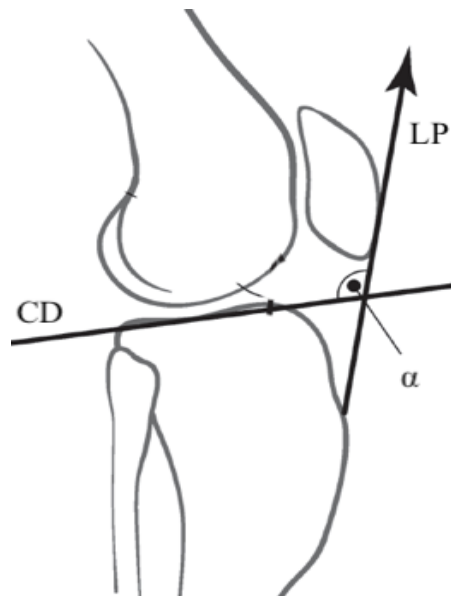
#### 4.1.2.3. Ángulos de la superficie articular de los cóndilos de la tibia

Uno de los ángulos con mayor importancia dentro del estudio de la rodilla canina es el formado por la **superficie articular de los cóndilos de la tibia** (línea que pasa por la inserción distal de los LCCr y LCCd) y el **eje mecánico de la tibia** (línea que pasa por la eminencia intercondílea y el centro de la articulación tarsocrural). Este ángulo se mide radiológicamente, preferentemente con la rodilla colocada en flexión de 90°, de forma que los cóndilos femorales se superpongan y los rebordes de la tróclea del astrágalo coincidan (Figura 8). El valor de este ángulo es fundamental a la hora de realizar una osteotomía niveladora de los cóndilos tibiales, ya que es el que se tratará de corregir con el objetivo de llevarlo a 4 o 5° (Shahar y Milgram, 2006; Berrío y Ochoa, 2009; Bismuth et al., 2014; Brown et al., 2014). Algunos autores le atribuyen gran parte de la responsabilidad a la hora de una rotura parcial o total del LCCr, siendo las razas que presentan una mayor inclinación de este ángulo las más propensas a sufrirla (Morris y Lipowitz, 2001; Schwandt et al., 2006).



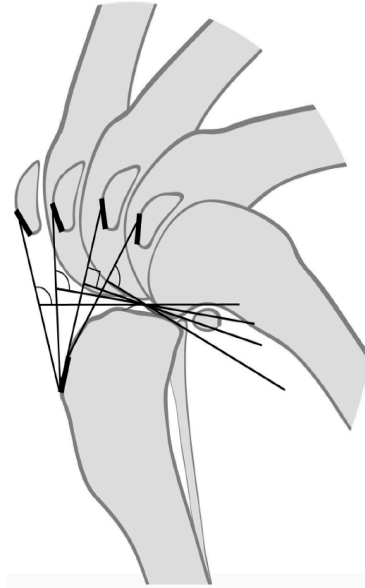
**Figura 8:** Proyecciones ML de la tibia. **a.** Detalle de la porción proximal de la tibia. **b.** Detalle de la porción distal de la tibia. Se puede observar la línea AB, llamada eje funcional o mecánico de la tibia, donde A es la eminencia intercondílea y B el centro de la articulación tarsocrural. También se puede ver el punto C, sitio de inserción del LCCr y el punto D, sitio de inserción del LCCd, formando la línea CD que representa la superficie articular de los cóndilos de la tibia. La perpendicular de la línea AB trazada en su intersección con y la línea CD forma un ángulo que es el que se intenta corregir (Imágenes obtenidas de Windolf et al., 2008).

La predisposición que tienen determinadas razas por tener una inclinación mayor o menor, hace que este ángulo siga siendo un tema muy controvertido, puesto que algunos estudios afirman que no tiene ninguna influencia (Fuller et al., 2014). Su valor puede variar mucho, siendo en las razas pequeñas generalmente mayor, con límites de alrededor de 15° en razas como el Grifón de Bruselas y de más de 40° en razas como el West Highland White Terrier. Por el contrario, la angulación más común oscila entre 20 y 25°, siendo el habitual en las razas medias y grandes, como Rottweiler, Pastor Alemán, Golden Retriever y Labrador Retriever (Zeltzman et al., 2005; Su et al., 2015).



**Figura 9:** Representación esquemática del ángulo ( $\alpha$ ) formado por la superficie articular de los cóndilos de la tibia, representada en el esquema por la línea CD, y el Lig. rotuliano, representado en el esquema por la línea LP (Imagen adaptada de Boudrieau, 2018).

El otro ángulo destacado en el estudio biomecánico es el que componen **la superficie articular de los cóndilos de la tibia** (línea que pasa por la inserción distal de los LCCr y LCCd) y **el Lig. rotuliano** (Figura 9). Este ángulo se estudia sobre todo para realizar avances de la TT (Bismuth et al., 2014). Cuanto más flexionada esté la rodilla más disminuye este ángulo (Figura 10). Generalmente se mide tratando de posicionar la rodilla en un ángulo de 135° y el objetivo de los avances de la TT es llevarlo a 90° (Dennler et al., 2006; Millet et al., 2013).



**Figura 10:** Representación esquemática de la variación del ángulo formado por la superficie articular de los cóndilos de la tibia y el Lig. rotuliano según los diferentes grados de flexión de la rodilla (Imagen obtenida de Boudrieau, 2018).

## 4.2. Rotura del ligamento cruzado craneal

### 4.2.1. Fisiopatología y etiopatogenia

En los primeros trabajos se pensaba que la RLCCr en la especie canina era el resultado de un traumatismo puntual, al igual que en medicina humana. Con el paso del tiempo, y con el aumento de los estudios biomecánicos e histológicos de la patología, se entendió que también podía deberse a un desgaste progresivo de las fibras del LCCr, por una pérdida progresiva de fibroblastos, una disminución de la vascularización en la zona central y una desorganización de las fibras de colágeno (Hayashi et al., 2004; Cook, 2010; Ichinohe et al., 2015).

Algunos autores intentaron cuantificar estos datos. En un trabajo en el que se revisaron 400 casos de RLCCr, se encontró que el 77% tenían un origen degenerativo, mientras que solo el 23% eran de origen traumático y correspondían a animales jóvenes y muy activos (Drapé et al., 1990).

Posteriormente, muchas investigaciones afirmaron que el origen no traumático de la RLCCr era el más común debido al apoyo fisiológico de la rodilla en el perro y al continuo

roce del LCCr durante la marcha, siendo también muy común la combinación de ambos fenómenos (Martínez Galdames et al., 1998; Selmi y Padilha Filho, 2001; Hayashi et al., 2003).

Entre los factores predisponentes de la RLCCr también se ha descrito que podrían incluirse las angulaciones más pronunciadas de la superficie articular de los cóndilos de la tibia (estudiadas a través de los dos ángulos descritos anteriormente), los aplomos anormales adquiridos, causados por fracturas antiguas, o los defectos congénitos causados por deformidades en la rótula, la tibia, el fémur o la articulación de la cadera, la raza y las artropatías inmunomediadas que causen artritis o sinovitis; pero los resultados obtenidos han sido muy diversos y controvertidos dejando una interpretación muy variable e impidiendo llegar a conclusiones claras sobre la predisposición a padecer RLCCr en la especie canina (Lampman et al., 2003; Hayashi et al., 2004; Rodríguez Quirós et al., 2008; Buote et al., 2009; Cook, 2010; Wucherer et al., 2013; Ichinohe et al., 2015).

La mayoría de los estudios realizados concluyen que la edad, el sobrepeso y el nivel de actividad son efectivamente factores predisponentes en la RLCCr, los cuales podrían incrementar el desgaste en el tiempo del ligamento, por un aumento del empuje craneal de la tibia proporcional al peso del animal y por un debilitamiento causado por el sedentarismo en los animales (Paatsama, 1952; Duval et al., 1999).

Por otra parte, se debe tener en cuenta que existen lesiones asociadas a la RLCCr, siendo las más comunes las relacionadas con los meniscos. La anatomía del menisco lateral permite una mayor movilidad y por consiguiente una mejor adaptación a los movimientos fisiológicos de la rodilla. Por esta razón, es el menisco medial el que generalmente se ve afectado cuando existe una RLCCr. Además existe una alta probabilidad de que si hay una RLCCr en una extremidad, se termine rompiendo también el LCCr contralateral (Pozzi y Cook, 2010; Muir et al., 2011; Chuang et al., 2014).

#### 4.2.2. Diagnóstico clínico

El diagnóstico de la RLCCr se fundamenta sobre todo en realizar un examen ortopédico completo de la rodilla afectada. Este se inicia con la observación de la marcha que pone

en evidencia la presencia de una cojera, aguda o crónica según el tiempo que ha pasado desde la rotura. Por lo general, la cojera es de no apoyo cuando es aguda, pero puede convertirse progresivamente en una cojera de apoyo, debido al intento de estabilización secundaria de los tejidos blandos (Vasseur, 2003). En el caso de una rotura por desgaste, la cojera puede manifestarse más intermitentemente y más marcada solo durante la realización de algún esfuerzo puntual. En estas lesiones crónicas del LCCr, la rodilla generalmente se encuentra engrosada, sobre todo en la parte medial, debido a la fibrosis de la cápsula articular de esa zona (Dhumeaux, 2008).

Además de la observación de la marcha, se debe realizar un examen del animal en estación y sentado, observando el apoyo y la distribución de la carga. La rodilla con el LCCr roto carga menos peso y, si apoya, apoya con los dedos. Durante el mismo se debe evaluar si en el momento de sentarse el animal pierde la simetría de las extremidades posteriores, dejando la rodilla afectada lo más extendida posible (*"sit test"*) (Vasseur, 2003).

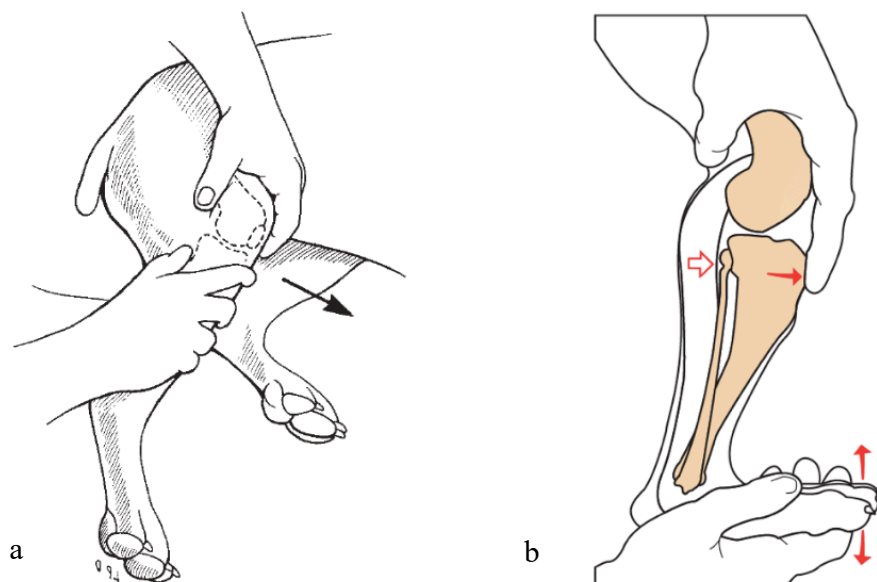
La palpación de la rodilla es imprescindible para un buen diagnóstico. Los signos clínicos encontrados en casos agudos son efusión articular, dolor a la extensión y flexión de la rodilla y, por supuesto, signos de inestabilidad articular positivos, que se resumen en la prueba del cajón directo y la de la compresión tibial o cajón indirecto. En casos crónicos se puede apreciar además atrofia de la musculatura del muslo, engrosamiento de la zona medial y/o crepitación o sonidos durante la manipulación, cuando existen signos de OA o daños en el menisco medial (Henderson y Milton, 1978).

La **prueba de cajón directo** consiste en colocar una mano en el fémur, sujetando los cóndilos con el pulgar en el sesamoideo lateral y el índice en la rótula, y la otra mano se posiciona en la tibia, con el pulgar en la cabeza del peroné y el índice en la tuberosidad tibial. Una vez sujeta la extremidad en ambas posiciones, se trata de desplazar la tibia hacia craneal manteniendo la angulación (Figura 11a). Esta prueba se puede realizar con la rodilla más o menos flexionada y se considera positiva si se observa un desplazamiento craneal de la tibia (Vasseur, 2003; Fischer et al., 2014). Esta maniobra puede resultar difícil de realizar e incluso puede estar ausente el estímulo de dolor, sobre todo si la rotura es parcial o si tuvo una evolución lenta a raíz de un desgaste del LCCr. En esos casos el

diagnóstico debe apoyarse en la prueba de compresión tibial y en los signos radiológicos que evidencien inflamación u OA secundaria (Vasseur, 2003).

El otro examen específico para evaluar la estabilidad de la rodilla es la **prueba de compresión tibial**, que fue explicada por primera vez por Henderson y Milton en 1978 (Figura 11b). Se basa en un balance de fuerzas simulando el momento del apoyo de la extremidad al forzar la flexión del tarso. Esto provoca un empuje hacia craneal de la tibia causado por la acción de los Mm. gastrocnemios. En el caso de tener un LCCr intacto este empuje es mínimo, pero si se encuentra roto, la tibia se desplaza visiblemente hacia adelante y esto puede, por sí solo, ser el diagnóstico definitivo de RLCCr (Henderson y Milton, 1978).

Se debe tener en cuenta que en la mayoría de los casos, la realización de estos dos test es dolorosa, sobre todo la prueba del cajón directo. Por este motivo, se recomienda sedar al animal para evitar falsos negativos causados por la contracción muscular por estímulo doloroso o simplemente por nerviosismo del animal (Piermattei et al., 2006; Dhumeaux, 2008).



**Figura 11:** Pruebas de estabilidad craneocaudal de la rodilla. **a.** Prueba de cajón directo. **b.** Prueba de cajón indirecto (Imágenes obtenidas de Schulz, 2009).

Como último elemento clínico de diagnóstico en la RLCCr se describe la **rotación interna excesiva de la tibia**. En aquellos casos en los que estuviera aumentada la rotación



interna se reforzaría el diagnóstico, siempre analizando todos los elementos clínicos de los que se disponga para que no se confunda con otra patología que cause también una rotación excesiva de la tibia, como por ejemplo la rotura del ligamento cruzado caudal (RLCCd) (Bonastre, 2012).

#### 4.2.3. Pruebas complementarias

Cuando existen dudas sobre el diagnóstico definitivo se debe recurrir al uso de pruebas complementarias como son la radiografía, la resonancia magnética, la punción del líquido sinovial, la artroscopia, la ecografía o la termografía (Marino y Loughin, 2010).

A pesar de la gran variedad de pruebas complementarias disponibles, la **radiografía** continúa siendo el método más usado como apoyo al diagnóstico de la RLCCr, por su bajo costo y por su gran accesibilidad para la mayoría de los veterinarios. Generalmente, se realizan al menos dos proyecciones de la articulación de la rodilla: una mediolateral (ML) y una caudocraneal (CdCr).

La proyección ML se obtiene con el perro en decúbito lateral y con la extremidad afectada en contacto con la mesa. Se extiende la rodilla para obtener un ángulo cercano a 135° entre el eje del fémur y el de la tibia, lo que puede hacerse con pesas o traccionando de la extremidad con cordones. Es importante recalcar que los cóndilos femorales deben encontrarse superpuestos y que los rebordes trocleares del astrágalo deben coincidir. Para facilitar la colocación de la articulación la extremidad contralateral debe traccionarse en sentido craneal. La proyección CdCr se realiza con el perro en decúbito esternal, y con un saco elevando el abdomen. Se debe extender la cadera traccionando de la extremidad afectada, y posicionar el fémur y la tibia en el mismo eje, con la rótula centrada. El haz principal de rayos X debe caer perpendicularmente sobre los cóndilos femorales (Vasseur, 2003; Rodríguez Quirós et al., 2008).

Sin embargo, en algunos casos puede ser útil realizar proyecciones forzadas para evidenciar el desplazamiento craneal de la tibia en comparación con el fémur. Durante el estudio radiológico es importante realizar las mismas proyecciones en la rodilla contralateral para tener un elemento de comparación (De Rooster et al., 1998). En cualquier caso, en una rodilla con una RLCCr aguda, los signos que se observan son los

compatibles con una enfermedad inflamatoria articular y consisten en un aumento en la densidad de la grasa subpatelar, una efusión de líquido sinovial intraarticular y un desplazamiento del borde caudal de la cápsula articular (Bonastre, 2012).

En los casos crónicos, además de los signos de inflamación articular, se pueden encontrar signos de OA que se resumen en la esclerosis del hueso subcondral de la superficie articular de la tibia y la presencia de osteofitos en los labios de la tróclea, los polos craneal y caudal de la rótula, los sesamoideos de los Mm. gastrocnemios, los cóndilos lateral y medial del fémur y la porción proximal de la tibia (Marino y Loughin, 2010; Etchepareborde, 2014).

Otra prueba complementaria que ayuda en el diagnóstico es la **resonancia magnética**. Su principal ventaja reside en la posibilidad de evaluar de los meniscos, pero también puede resultar útil para observar los elementos no calcificados de la articulación como la cápsula articular, la discontinuidad de las fibras rotas del LCCr, la erosión del cartílago articular y las lesiones de OA muy incipientes. Sin embargo, su uso no está muy extendido para el diagnóstico de esta patología por el alto costo, por no ser muy accesible y por no ser de mucha utilidad para evaluar las lesiones causadas en el hueso por la OA crónica (Dhumeaux, 2008).

Al igual que la resonancia magnética, la **ecografía** puede ser útil para observar las estructuras blandas de la articulación, sobre todo los meniscos, pero su sensibilidad para el diagnóstico de RLCCr es baja (Etchepareborde, 2014). Otros autores consideran la **termografía** como una herramienta de apoyo para el diagnóstico de la RLCCr, sobre todo en los casos en los que la laxitud articular no es evidente, pero los estudios aún no han demostrado que su valor diagnóstico sea real por tratarse de una técnica demasiado inespecífica (Infernuso et al., 2010).

El **estudio citológico y bioquímico del líquido articular** también está descrito como una prueba complementaria, pero al igual que la termografía, resulta una prueba muy inespecífica porque solo evidencia la presencia de una artropatía degenerativa (Vasseur, 2003; de Andrade et al., 2009).

La **artroscopia** es otra prueba complementaria para el diagnóstico de la RLCCr. Esta técnica permite evidenciar la presencia de sinovitis, lesiones en el cartílago (fisuras o cortes), en el hueso (osteofitos), en la cápsula (inflamación, perforación), en los meniscos, en los tendones y sobre todo en los ligamentos, desde distensiones hasta roturas parciales y totales. Esta técnica permite el diagnóstico definitivo y absoluto de la rotura, sin embargo tiene como principal desventaja su carácter invasivo, a pesar del pequeño tamaño de las incisiones de los canales de trabajo, no deja de ser una cirugía menor y esto, comparado con un estudio radiológico, puede llegar a ser un factor limitante (Martig et al., 2006; Little et al., 2014).

#### 4.2.4. Tratamiento

Hasta el año 1952, el tratamiento para la RLCCr era considerado exclusivamente conservador y se basaba en la limitación del ejercicio a paseos cortos, el control del peso y la utilización de ortesis para estabilizar la rodilla y de medicamentos para aliviar el dolor (Bonastre, 2012; Hart et al., 2016).

En 1952, Paatsama describió la primera técnica quirúrgica para la resolución de la RLCCr, y el tratamiento conservador fue poco a poco perdiendo popularidad por su baja efectividad (Etchepareborde, 2014). Actualmente no se recomienda tratar las RLCCr de una manera conservadora, ni siquiera en perros de poco peso, sino que se debe plantear a los propietarios, siempre que sea posible, la resolución quirúrgica para frenar lo antes posible la evolución de la OA y el posible futuro daño en el menisco medial (Vasseur, 2003).

Como opciones de tratamiento quirúrgico, el primer gran grupo es el de las “**técnicas tradicionales**” que tienen como objetivo eliminar el signo de cajón directo sustituyendo el LCCr anatómica y/o funcionalmente por un tejido biológico y/o material sintético. Dentro de este grupo existen las técnicas intracapsulares que pretenden reemplazar anatómicamente y funcionalmente el ligamento desde sus puntos de inserción anatómicos, y las extracapsulares que restauran la estabilidad funcional de la rodilla con una transposición de estructuras periarticulares o sustituyendo la acción del LCCr mediante el empleo de suturas o implantes externos a la articulación (Vasseur, 2003; Bertocci et al., 2016).

Posteriormente se desarrollaron otras opciones de tratamiento quirúrgico que no pretendían remplazar el LCCr ni su función, sino que su finalidad era evitar el empuje craneal de la tibia, anulando las fuerzas ejercidas la rodilla y volviendo prescindible la acción del LCCr. Estas opciones de tratamiento son las llamadas **“técnicas modificadoras de la biomecánica”** y conforman el segundo gran grupo (Schwandt et al., 2006). Estas técnicas pueden dividirse a su vez en dos grandes subgrupos, el primero tiene como objetivo rotar la superficie articular de la tibia proximal hasta que su ángulo se aproxime a los 5° en relación con el eje funcional de la tibia, y el segundo pretende reducir el ángulo formado por el Lig. rotuliano y la superficie articular de los cóndilos de la tibia hasta los 90° (Millet et al., 2013).

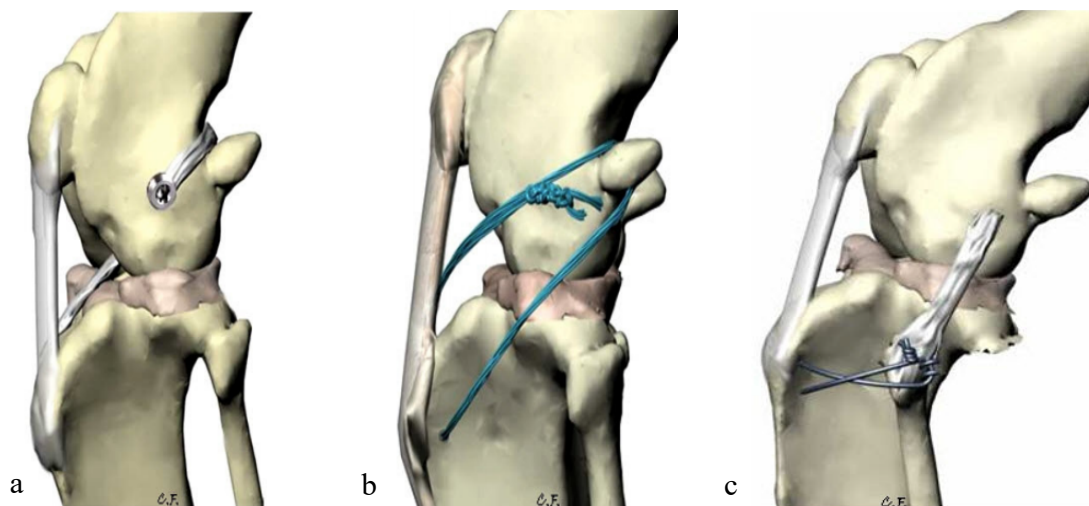
A continuación se describen brevemente y en orden cronológico las técnicas quirúrgicas empleadas en el tratamiento de la RLCCr.

Las primeras técnicas que se desarrollaron fueron las intracapsulares o intraarticulares, que se basaban en un tratamiento estático de la rodilla y su objetivo era sustituir el LCCr por una prótesis natural o sintética. Al principio las técnicas abordaban la articulación y pretendían ser un remplazo exacto de la estructura lesionada, con los puntos de inserción específicos en la tibia y en el fémur, para suplir la función del LCCr en su totalidad, aunque luego se plantearon algunas variantes pero manteniendo el mismo principio (Paatsama, 1952; Gupta y Brinker, 1969; Arnoczky y Marshall, 1977; Hulse et al., 1980; Smith y Torg, 1985).

De forma paralela, diferentes autores plantearon las primeras técnicas extraarticulares (o extracapsulares), persistiendo muchas variantes de las mismas en la actualidad, incluso algunas con carácter mixto extra e intracapsular (DeAngelis y Lau, 1970; Flo, 1975; Smith y Torg, 1985; Cook et al., 2010b). Estas técnicas se caracterizaban porque intentaban sustituir extracapsularmente el ligamento con elementos autógenos, alógenos o sintéticos, colocados con diferentes tensiones, fijados en diferentes sitios y con distintos medios de sujeción (Figura 12) (Arnoczky y Marshall, 1977; Denny y Goodship, 1980; Curtis et al., 1985). Actualmente, la mayoría de variantes de estas técnicas usan materiales monofilamentos no absorbibles de diferentes calibres y se centran en asumir la función del LCCr y controlar la inestabilidad durante el tiempo suficiente para permitir

la formación de un tejido fibroso periarticular lo bastante fuerte para que mantenga la estabilidad a largo plazo aunque el implante original falle (Vaughan, 2010; Bertocci et al., 2016).

En 1983, Slocum y Devine describieron por primera vez el empuje craneal de la tibia y al año siguiente propusieron realizar una ostectomía en cuña (CTWO ó TWO, de sus siglas en inglés “*Cranial Tibial Wedge Ostectomy*” o “*Tibial Wedge Ostectomy*”) para cambiar el ángulo formado por el eje mecánico de la tibia y la superficie articular de sus cóndilos y así disminuir las fuerzas ejercidas sobre la rodilla. Con la ostectomía pretendían aliviar la tensión para que los tejidos blandos periarticulares cicatrizaran y formaran una fibrosis suficientemente fuerte para que estabilizara la rodilla. Aunque fue descrita como un refuerzo para las técnicas detalladas anteriormente, permitió sembrar un nuevo concepto, al cambiar las fuerzas que actúan sobre la articulación (Slocum y Devine, 1984).

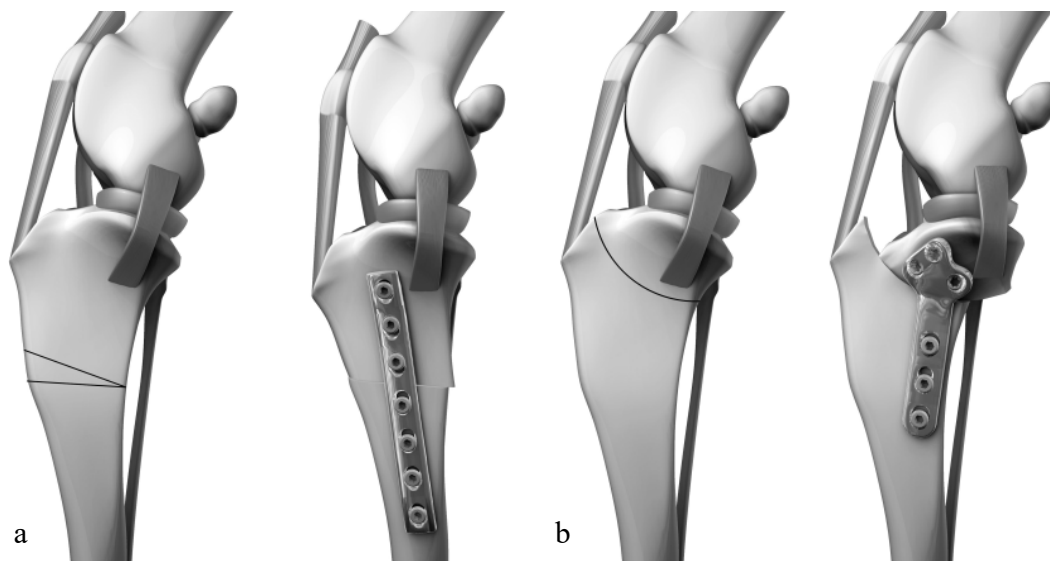


**Figura 12:** Resumen de técnicas intra y extraarticulares descritas para el tratamiento de la RLCCr. **a.** Técnica intraarticular descrita por Arnoczky en 1979. **b.** Técnica extraarticular de estabilización lateral, una simplificación de la descrita por Flo en 1975. **c.** Trasposición de la cabeza del peroné descrita por Smith y Torg en 1985 (Imágenes obtenidas de Fischer, 2014).

Usando este principio, en 1993, Slocum y Slocum describen la osteotomía niveladora de la superficie articular de los cóndilos de la tibia con corte circular (TPLO, de sus siglas en inglés “*Tibial Plateau Leveling Osteotomy*”) que actualmente es una de las técnicas más empleadas a la hora de resolver la RLCCr. En esta técnica, por primera vez, no se pretendió reemplazar el ligamento, sino modificar las fuerzas que actuaban en la

articulación para que la rodilla fuera estable, sin que fuera necesaria la acción del LCCr (Kim et al., 2008).

Aunque inicialmente fue descrita como un refuerzo para las técnicas extracapsulares, la osteotomía en cuña continúa en la actualidad siendo considerada una técnica válida para el tratamiento de la RLCCr. Ambas técnicas, la CTWO y la TPLO, pretenden dejar el ángulo formado por la superficie articular de los cóndilos de la tibia y el eje mecánico de la tibia aproximadamente a 5-12°, para que las fuerzas de empuje craneal se anulen (Figura 13) (Kim et al., 2008).

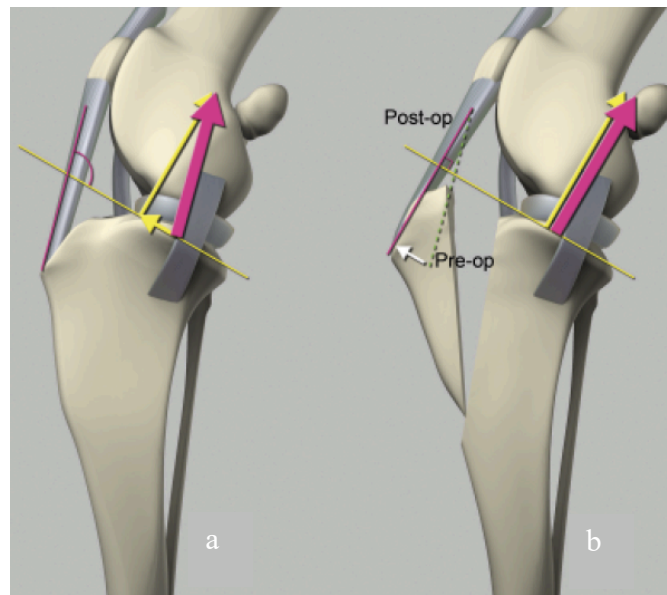


**Figura 13:** Primeras técnicas modificadoras de la biomecánica descritas. **a.** Detalle de la técnica de osteotomía en cuña (TWO o CTWO) descrita por Slocum et al. (1984). **b.** Detalle de la técnica de osteotomía niveladora de la superficie articular de los cóndilos tibiales (TPLO) descrita por Slocum y Slocum (1993) (Imágenes obtenidas de Kim et al., 2008).

En 2002, en el World Veterinary Orthopaedic Congress (WVOC) organizado por la European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology (ESVOT) y la Veterinary Orthopedic Society (VOS) en Munich, Montavon y colaboradores describieron por primera vez la TTA como tratamiento de la RLCCr. El concepto era muy similar al planteado por Slocum y Slocum en 1993, pero llevando a 90° el ángulo formado por el Lig. rotuliano y la superficie articular de los cóndilos tibiales. La técnica se basaba en que el vector que representa el total de las fuerzas que llegan a la superficie articular de la tibia es aproximadamente paralelo al Lig. rotuliano, y por consiguiente si se quiere

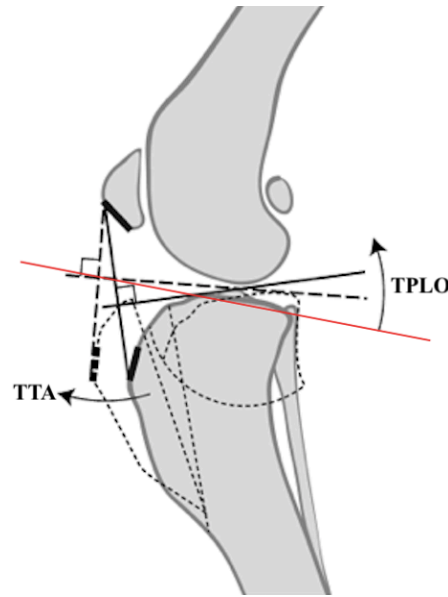
anular este vector, se debía llevar la superficie articular a un ángulo de  $90^\circ$  en relación con él (Tepic et al., 2002).

Esto se logró mediante la realización de una osteotomía longitudinal de la TT que incluía la inserción del Lig. rotuliano, para posteriormente desplazar cranealmente el fragmento unos milímetros (en función de cada paciente) y por último fijarlo con algún implante a la distancia requerida (Figura 14) (Damur et al., 2003).



**Figura 14:** Principio de estabilización dinámica de una TTA. **a.** La flecha rosa simboliza la suma de las fuerzas aplicadas sobre la rodilla y puede descomponerse en las flechas amarillas, perpendiculares entre ellas. **b.** Si se cambia el punto de inserción del Lig. rotuliano, se cambia el ángulo entre este último y la superficie articular de los cóndilos (línea amarilla). Al llevar este ángulo a  $90^\circ$ , se logra anular las fuerzas de compresión (flecha amarilla larga) y de cizallamiento (flecha amarilla corta) (Imagen obtenida de Kim et al., 2008).

En la actualidad, la nivelación de la superficie articular proximal de la tibia (TPLO y CTWO) y la TTA son las técnicas más usadas para estabilizar dinámicamente la rodilla. A pesar de que las perspectivas y los mecanismos de acción parecen ser diferentes entre las dos propuestas, los resultados pueden ser comparables, puesto que al nivelar la superficie articular de los cóndilos de la tibia, el ángulo entre ella y el Lig. rotuliano se aproxima a  $90^\circ$  al igual que en la TTA (Figura 15). A pesar de que se hayan descrito muchas técnicas (la mayoría combinaciones de las dos), todas ellas se basan en los principios de fuerzas detallados anteriormente (Jerram et al., 2005; Kim et al., 2008; von Pfeil et al., 2018).



**Figura 15:** Representación esquemática de la variación de la superficie articular de los cóndilos de la tibia con una TTA (línea fragmentada) y con una TPLO (línea continua). La línea roja representa la superficie articular de los cóndilos original (Imagen adaptada de Boudrieau, 2009).

### 4.3. Técnica quirúrgica de adelantamiento de la tuberosidad tibial

#### 4.3.1. Biomecánica de la técnica

Desde que se describió en 1983, el empuje craneal de la tibia ha sido objeto de muchos estudios, resumiéndose como el resultado de las fuerzas aplicadas sobre la articulación en el momento del apoyo de la extremidad. Este componente aumenta mientras más inclinación tenga la superficie articular de los cóndilos de la tibia en relación con su eje funcional (Slocum y Slocum, 1993).

La relación entre este ángulo y la predisposición a la RLCCr no está esclarecida como cabría esperar. A pesar de que varios estudios han intentado demostrarla; se sugiere más bien que la rotura se presenta en los casos en los que existe un desequilibrio dinámico entre las fuerzas de empuje craneal y la resistencia a la misma del propio LCCr y de los músculos extensores de la rodilla (Duval et al., 1999; Morris y Lipowitz, 2001).



Tepic et al. (2002) demostraron que la fuerza total aplicada sobre la rodilla puede resumirse como una fuerza paralela al Lig. rotuliano cuando la extremidad está en apoyo. Además, cuando el ángulo entre el eje del fémur y el de la tibia está a 135° (ó sea, cuando el perro está en estación), el ángulo formado por la superficie articular proximal de la tibia y el Lig. rotuliano es siempre superior a 90° (Figura 16a). Por lo tanto, para anular las fuerzas de empuje craneal se puede colocar el Lig. rotuliano perpendicularmente a la superficie articular de los cóndilos de la tibia adelantando la TT con la inserción de dicho ligamento (Figura 16b) (Dennler et al., 2006; Schwandt et al., 2006).

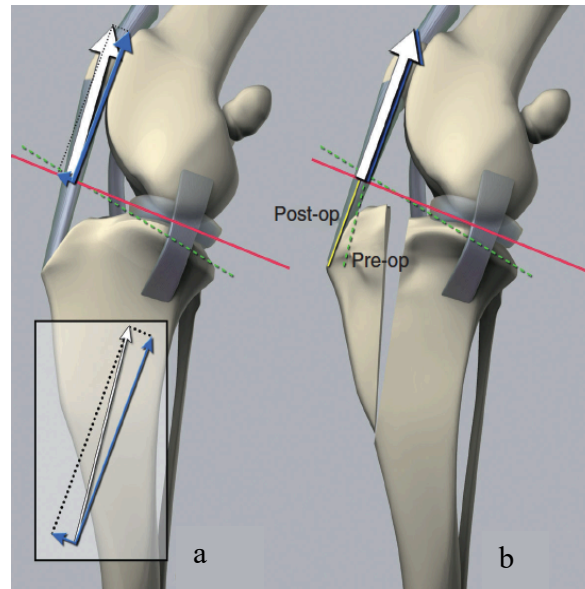
En los últimos años la TTA ha sido muy estudiada, tanto *ex vivo* como en ensayos clínicos. El principio biomecánico está inspirado en el modelo de medicina humana descrito por Maquet en 1976, y se diferencia del modelo planteado para la TPLO en que las fuerzas no son consideradas paralelas al eje de la tibia sino al Lig. rotuliano (Kipfer et al., 2008).

Este concepto ha sido validado por muchos autores, y todos ellos confirman que el empuje craneal de la tibia disminuye gracias a la realización de una TTA (Apelt et al., 2007; Miller et al., 2007).

Esta información dio paso a que se intentase comprender el contacto tibiofemoral en rodillas sanas, con RLCCr y tras la realización de una TTA o una TPLO. En dos estudios *ex vivo* (Kim et al., 2009a; Kim et al., 2009b) el contacto tibiofemoral se midió colocando sensores de presión debajo de los meniscos para evaluar la fuerza en los puntos de contacto entre la tibia y el fémur, su superficie y la presión ejercida en ellos. Otros dos evaluaron además la alineación tibiofemoral (Kim et al., 2010; Guerrero et al., 2011b).

Quedó demostrado que no existen diferencias significativas en el contacto mecánico y en los parámetros cinemáticos entre las rodillas sanas y las tratadas con TTA, cosa que no se pudo demostrar con la TPLO por ser una técnica que altera los puntos de contacto articular y crea un leve varo y un subsecuente aumento de la presión en el compartimento medial de la rodilla (Kim et al., 2009a; Kim et al., 2009b; Kim et al., 2010; Guerrero et al., 2011b).

Más recientemente, Butler y colaboradores (2011) demostraron que la TTA no estabiliza la rotación medial de la tibia en el momento del apoyo pero su estudio *ex vivo* no consideró la estabilidad que pueden dar los tejidos blandos adyacentes y, aunque la diferencia fue estadísticamente significativa, la rotación máxima fue de menos de 10°.



**Figura 16:** Representación esquemática de las fuerzas ejercidas sobre la rodilla, antes y después de la realización de una TTA. **a.** La flecha blanca representa el resultado de las fuerzas que se ejercen sobre la rodilla. Esta fuerza puede descomponerse en un vector de fuerza paralelo a la superficie articular de los cóndilos de la tibia y en otro perpendicular a la misma (flechas azules). **b.** La TTA plantea eliminar la flecha azul pequeña paralela a la superficie articular, dejando el Lig. rotuliano perpendicular a la superficie articular proximal de los cóndilos de la tibia (Imágenes obtenidas de Boudrieau, 2018).

Contrariamente, Guerrero y colaboradores (2011b) afirman que, además de disminuir el empuje craneal, la TTA reduce de un 20% la fuerza retropatelar y restaura la alineación femoropatelar y femorotibial, reforzando la viabilidad de la técnica.

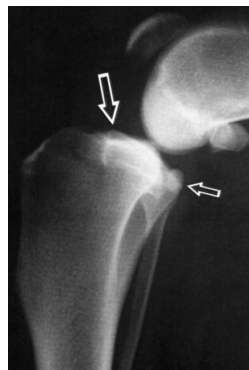
El debate sigue persistiendo en la actualidad. Ober y colaboradores (2019), tras un estudio biomecánico *ex vivo* en 8 rodillas, afirman que la TPLO disminuye la inestabilidad craneocaudal de la rodilla de manera más eficiente que la TTA. De manera discordante Leach y colaboradores (2018) realizaron 48 tomografías computarizadas en 15 rodillas operadas con TPLO, 11 rodillas operadas con TTA y 22 rodillas sanas. Las cirugías habían sido realizadas como mínimo un año antes de la tomografía. Las rodillas sanas y las operadas con TTA no presentaron cambios en la densidad del hueso subcondral,

contrariamente a lo que se observó en las rodillas operadas con TPLO. Esto sugiere un mejor contacto en las rodillas tratadas con TTA en comparación con las tratadas con TPLO.

#### 4.3.2. Cálculo preoperatorio del avance de la TT

Aunque en el estudio radiológico de una rodilla susceptible de presentar una RLCCr es necesaria la obtención mínima de dos proyecciones radiológicas para descartar otras patologías y/o evaluar la presencia de OA, para el cálculo de avance necesario y la elección de los implantes empleados en la técnica solo se usa la proyección ML con un ángulo tibiofemoral de 135° (equivalente a una rodilla en extensión). Este ángulo es el recomendado desde el desarrollo de la técnica y representa una media del ángulo que tiene la rodilla libre de patologías en la fase de apoyo al paso y al trote (Montavon et al., 2002; Piermattei et al., 2006). Según los autores, fluctúa mínimamente entre 125° y 140°, y es también el recomendado habitualmente en la literatura para la artrodesis de rodilla en la especie canina (Font Grau y Cairó Vilagran, 1997; Watson et al., 2003; Milgram et al., 2004).

Cuando se desarrolló la primera técnica de TTA, Montavon y colaboradores (2002) propusieron un método para calcular el avance necesario, basado en la superficie articular de los cóndilos tibiales y teniendo en cuenta los puntos que habían definido Caylor y colaboradores (2001) para determinar la inclinación de la superficie articular de los cóndilos tibiales (Figura 17).

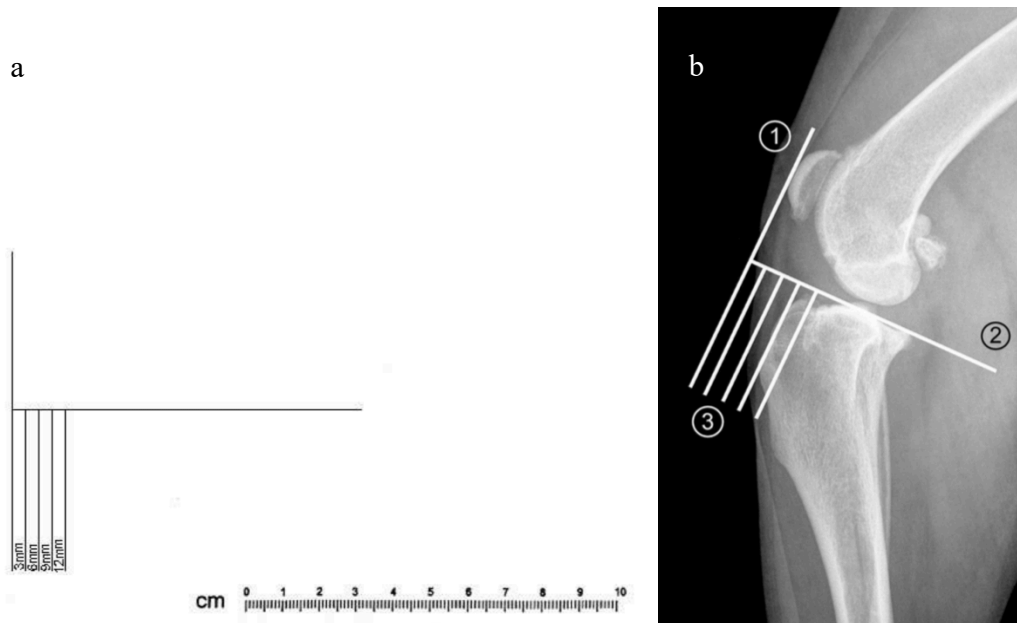


**Figura 17:** Puntos de referencia para determinar la superficie articular de los cóndilos tibiales. Las flechas indican la inserción de los LCCr y LCCd (Imagen obtenida de Caylor et al., 2001).

#### 4.3.2.1. Método convencional

El método convencional de cálculo consiste en superponer una transparencia de TTA a la radiografía de rodilla en proyección ML. Existen varios modelos, según la casa comercial, pero todos ellos tienen diseñado un ángulo de 90° con varias líneas paralelas a uno de sus lados, que vienen numeradas con el avance correspondiente que se recomienda realizar (Figura 18a).

En primer lugar se identifica uno de los lados del ángulo que corresponde con la línea formada por los puntos de inserción de los LCCr y LCCd sobre la tibia. A continuación, se desliza la plantilla hasta que la línea perpendicular quede en el punto de inserción del Lig. rotuliano en el polo distal de la rótula. Esta línea representa el punto en el que el Lig. rotuliano sería perpendicular a la superficie articular de la tibia, por lo que se identifica el número de esa línea que va asociado al avance recomendado de la TT en milímetros (Figura 18b) (Hoffmann et al., 2006; Millet et al., 2013).



**Figura 18:** Medición del avance necesario para la realización de TTA según el método convencional. **a.** Transparencia estándar empleada para calcular el avance necesario. **b.** Detalle de la técnica de medición del avance con el uso de un programa visor. La línea 2 se coloca sobre la superficie articular de los cóndilos tibiales y la línea 1 es perpendicular a la línea 2 y pasa por la inserción del Lig. rotuliano en la rótula. Las líneas 3 permiten la lectura del avance necesario para que el ligamento quede perpendicular a la línea 2 (Imágenes obtenidas de Etchepareborde, 2014).

Actualmente, este paso se puede realizar directamente en un programa visor de radiografías en formato Dicom, simplificando mucho la planificación preoperatoria (Modenato et al., 2005; Bismuth et al., 2014).

Desgraciadamente no existen puntos de referencia exactos, objetivos y reproducibles, sobre la posición de los ejes largos del fémur y de la tibia, y sobre todo sobre la superficie articular de los cóndilos de la tibia, que es la base para calcular el avance según el método convencional. La mayoría de los autores describen una línea que une el punto de inserción del LCCr y el del LCCd, pero la identificación de estos puntos es bastante subjetiva y puede hacer variar el cálculo del avance (Millet et al., 2013).

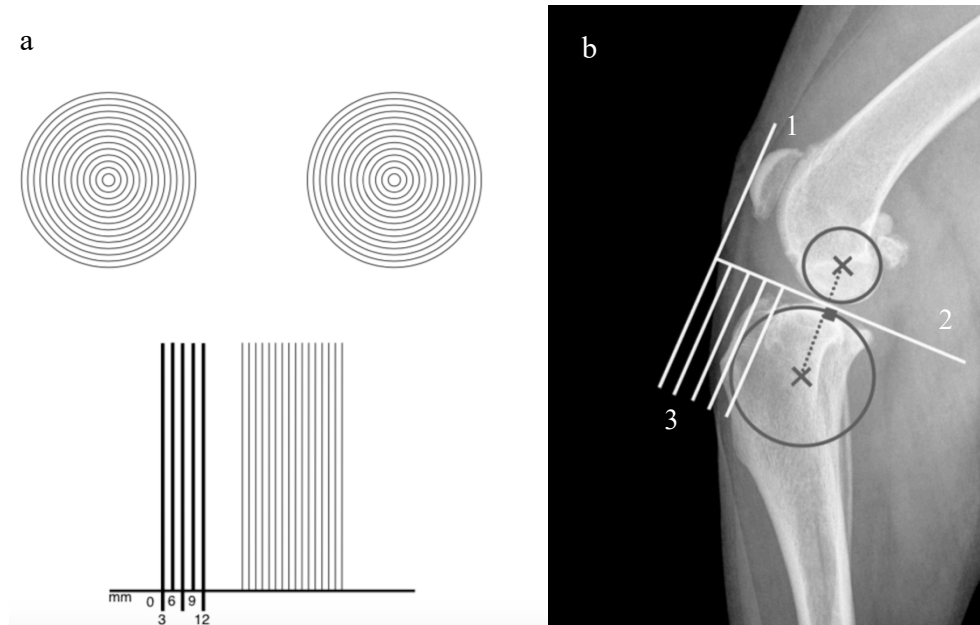
#### 4.3.2.2. *Método de la tangente común*

El método de la tangente común no usa la línea que une los puntos de inserción de los LCCr y LCCd, por lo que puede usarse en casos en los que la OA no permite su fácil localización. También es una excelente alternativa cuando el ángulo tibiofemoral no mide exactamente 135°. Al igual que el método convencional, el método de la tangente común utiliza una transparencia (Figura 19a) o un programa visor diseñado con el mismo fin (Bismuth et al., 2014; Pillard et al., 2017).

En primer lugar, la plantilla se superpone a la radiografía y se adapta el círculo al fémur distal y a la tibia proximal, para identificar los centros de los círculos formados por los cóndilos tibiales y femorales. A continuación, se traza una línea que pasa por el centro de los dos círculos, luego, si se usa el programa visor, se dibuja una línea perpendicular que se coloca justo en el punto de contacto tibiofemoral. Esta línea sería la que daría el primer lado del ángulo. El resto es muy parecido al método convencional. Cuando se usa la transparencia, la línea está dibujada perpendicularmente a muchas paralelas que deberán ser desplazadas suavemente hasta que una de las líneas coincida con la que une los dos centros de los círculos (Figura 19b) (Schwandt et al., 2006; Castañón García, 2015).

Sea cual sea el método utilizado, es importante que el valor obtenido sea ponderado para corregir el hecho que el corte de la osteotomía sea paralelo al eje de la tibia y no perpendicular a la superficie articular, por lo que se podría caer en el error de adelantar menos milímetros de los necesarios (Millet et al., 2013; Bismuth et al., 2014).

Ninguna de las técnicas descritas hasta ahora para el cálculo del avance de la tuberosidad tibial ha resultado ser completamente fiable. Existe mucha variabilidad entre los observadores, y la reproducibilidad es muy baja (Cadmus et al., 2014).



**Figura 19:** Medición del avance necesario de la TT según el método de la tangente común. **a.** Transparencia para calcular el avance necesario de la tuberosidad tibial con el método de la tangente común ~~a través de una transparencia.~~ **b.** Detalle del método de medición del avance en un programa visor de radiografías. Se marcan los centros de los círculos formados por los cóndilos femorales y tibiales, la línea 2 es colocada perpendicularmente a la línea que une los dos centros, las líneas 1 y 3 se utilizan de la misma manera que en el método convencional (Imágenes obtenidas de Etchepareborde, 2014).

#### 4.3.3. Evolución y modificaciones de la técnica

Desde su descripción en medicina humana, aunque para el tratamiento de otra patología (Maquet, 1976), la TTA se ha ido adaptando a la medicina veterinaria y ha evolucionado mucho. Su evolución se ha basado en disminuir las complicaciones postoperatorias, proteger la irrigación de los tejidos, reducir el número de implantes aplicados y desarrollar nuevos diseños de placas y de espaciadores según los niveles adquisitivos del entorno de aplicación de la técnica.

Estos cambios evolutivos siempre fueron promovidos por el hecho que la RLCCr es una patología que supone mucho dinero en la medicina veterinaria, y que todo avance en su

descripción y en sus métodos de tratamiento será siempre un avance para toda el área de la ortopedia (Wilke et al., 2005; Pereira, 2016).

A continuación, se van a describir brevemente de forma cronológica, la técnica descrita originalmente y las posteriores modificaciones surgidas desde la primera versión.

#### *4.3.3.1. TTA clásica de Kyon Veterinary Surgical Products*

El profesor Pierre Montavon, Jefe del Servicio de Cirugía de Pequeños Animales de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zurich (Suiza), y el Ingeniero Slobodan Tepic, de la casa comercial Kyon Veterinary Surgical Products (en adelante Kyon)(Kyon AG, Hardturmstrasse 103, 8005 Zürich, Suiza), fueron los que desarrollaron la primera técnica de TTA, después de haber planteado, en el año 2002, que la suma de las fuerzas aplicadas en la rodilla se resumía en un vector paralelo al Lig. rotuliano (Montavon et al., 2002; Tepic et al., 2002). La técnica, muy innovadora para la época, supuso un cambio de conceptos en cuanto al estudio biomecánico de la RLCCr y, desde su comercialización en el año 2004 por la casa Kyon, ha demostrado su validez en numerosos estudios e investigaciones (Lafaver et al., 2007; Rodríguez Quirós et al., 2008).

En la realización de la técnica y para asegurar el adelantamiento de la TT se emplean placas, peines y cajas que se seleccionan midiéndolos directamente en las radiografías. Los implantes empleados son de titanio. Las placas disponibles presentan de 2 a 8 orificios con peines a medida para su fijación a la TT. La placa de 2 orificios es para gatos. Las placas de 3 a 8 orificios tienen dos presentaciones, una de ellas larga para adaptarse a determinadas formas de la TT. Las cajas separadoras se comercializaron en un principio de 6, 9 y 12 mm de anchura y diferentes longitudes de profundidad, para posteriormente ampliar las medidas comercializadas a 3, 4,5, 7,5, 10,5 y 13,5 mm de ancho y diferentes longitudes. La placa de TTA y la caja se fijan con tornillos autorroscantes al hueso, de 2,7 y 3,5 para la primera y de 2,4 para la segunda (Guerrero et al., 2010).

La técnica quirúrgica de la TTA, y de todas las técnicas de TTA posteriores, se ejecuta con el perro posicionado en decúbito lateral con la extremidad afectada sobre la mesa. A continuación, se expone la porción craneomedial de la tibia incidiendo piel y subcutáneo

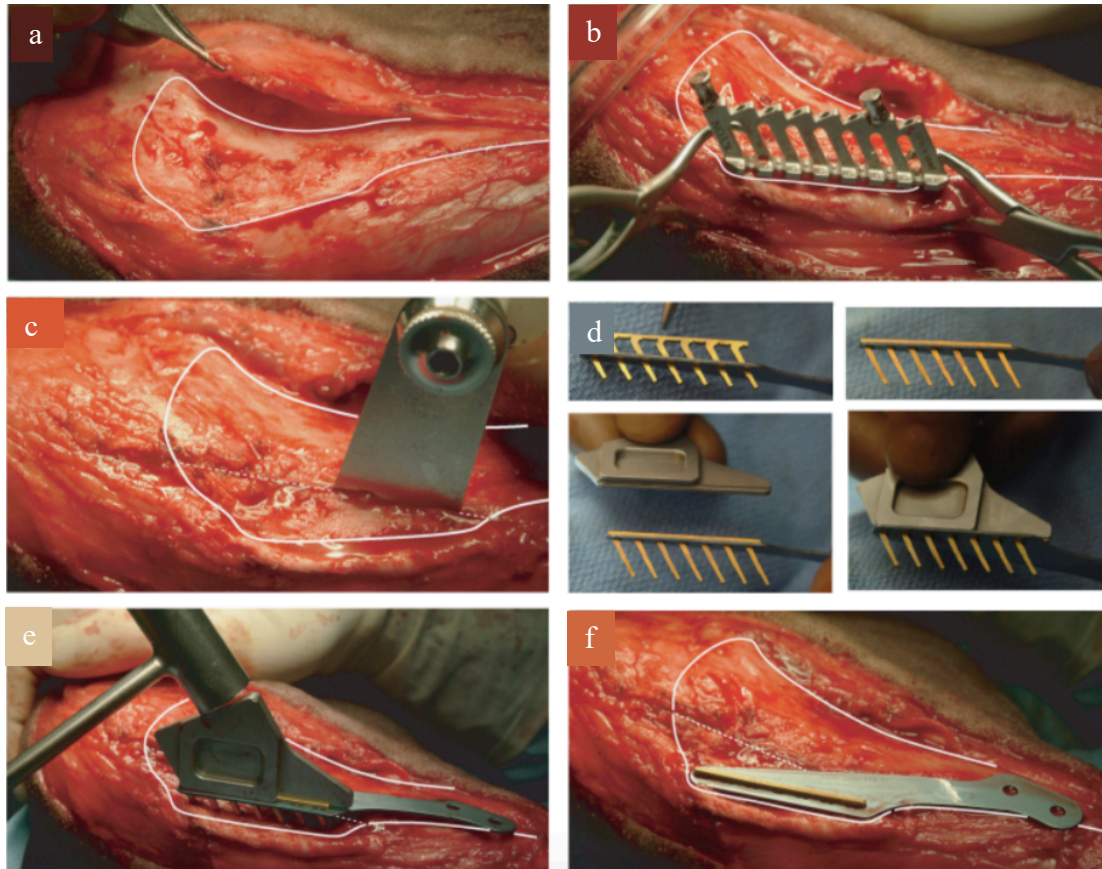
y desinsertando el *pes anserinus*, que corresponde a la porción caudal del M. sartorio y la aponeurosis de los Mm. gracilis y semitendinoso (Figura 20a). Posteriormente, se levantan la fascia crural y el periostio de la TT para realizar las perforaciones necesarias para la posterior colocación del peine calculado en la planificación preoperatoria, mediante el empleo de una guía diseñada específicamente para mantener la angulación correcta de todas las púas del peine y que entren de forma correcta en la TT (Figura 20b).

Una vez realizados los orificios en la TT, y antes de colocar el peine, se realiza la osteotomía parcial de la TT con la ayuda de una sierra oscilante empezando desde distal hacia proximal. El corte debe ser bicortical al menos en la primera mitad distal (o en los dos tercios distales) y monocortical en la mitad más proximal (o en el tercio proximal) incluyendo solo la cortical medial (Figura 20c). Es importante la realización del corte en el sitio correcto. No debe ser muy craneal pues podría conducir a una fractura de la TT, ni tampoco muy caudal porque podría lesionar estructuras articulares y causar fracturas de la diáfisis tibial. Para realizar un corte seguro se puede tomar como referencia un punto craneal al menisco medial y palpar lateralmente la prominencia de la tibia, craneal al surco del tendón del M. extensor digital largo. Se debe tener cuidado de que el corte no sea nunca caudal a esta prominencia (Rodríguez Quirós et al., 2008; Guerrero et al., 2010).

Posteriormente, y solo si fuera necesario, se puede moldear ligeramente la placa para que se acople mejor a la forma del hueso, luego se encaja el peine a la placa y se colocan los dos como un único conjunto en la TT pretaladrada, con la ayuda de un impactador y un martillo (Figuras 20d y 20e). A continuación, una vez posicionados el peine y la placa se completa la osteotomía proximal de la TT en la zona restante monocortical en la cortical lateral proximal (Figura 20f) (Lafaver et al., 2007).

La distracción de la TT se realiza con la ayuda de espaciadores de diferentes tamaños que se eligen según la caja seleccionada previamente (Figuras 21a y 21b). La caja se fija a la tibia con la ayuda de dos tornillos que encajan en las dos orejas que tiene en la parte que se coloca por medial. Estas orejas deben adaptarse a la perfección sobre la superficie ósea de la tibia donde van a fijarse, y para ello Kyon tiene un doblador específico que facilita el moldeado de las mismas (Figura 21c) (Lafaver et al., 2007).

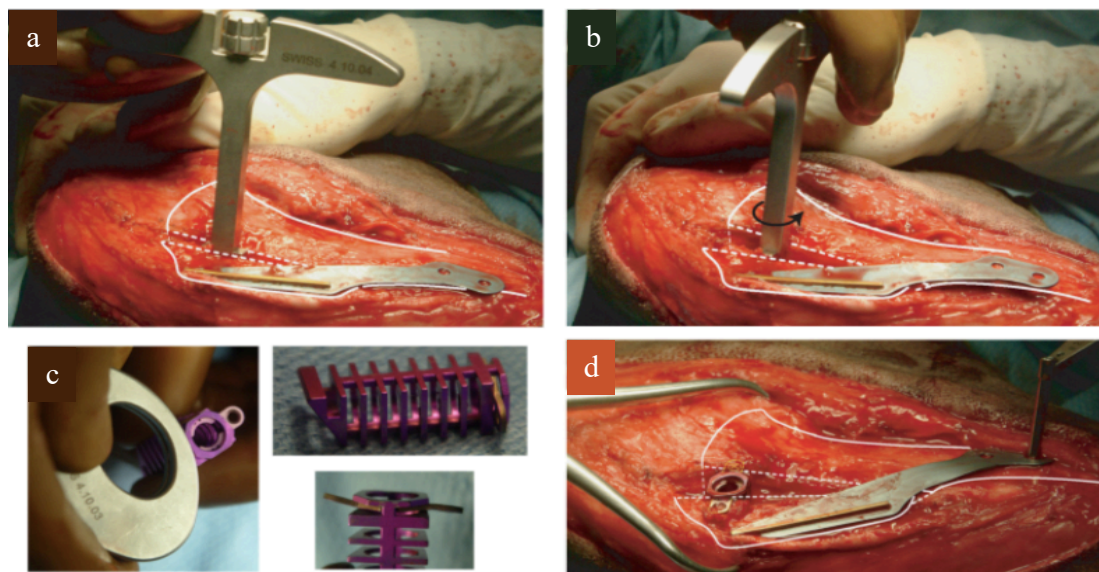




**Figura 20:** Detalles de los momentos clave de la técnica quirúrgica de la TTA clásica (parte 1). **a.** Detalle del abordaje medial de la TT con elevación del pes anserinus. **b.** Guía de perforación fijada en la TT para que todas las perforaciones sean paralelas. **c.** Osteotomía de la TT bicortical en la parte distal y monocortical en la porción proximal. **d.** El peine y la placa deben encajar perfectamente antes de ser colocados en el impactador. **e.** Se usa un pequeño martillo para impactar el peine en la TT. **f.** Cuando la placa está fijada se termina el corte proximal de la osteotomía (nótese la posición craneal de la porción distal de la placa antes del adelantamiento) (Imágenes obtenidas de Lafaver et al., 2007).

La oreja craneal debe ser moldeada hacia abajo y proximalmente, mientras que la caudal debe ser moldeada hacia arriba y distalmente (Rodríguez Quirós et al., 2008). El primer tornillo que se posiciona es el tornillo caudal de la caja y se coloca con dirección caudodistal, para que no exista riesgo de lesionar la articulación. En este punto la TT debe ser colocada unos milímetros más proximal con respecto su posición original, para corregir la dirección longitudinal del corte y permitir que la rótula quede en una posición funcional. A continuación se fija la parte distal de la placa con los dos tornillos distales y por último se coloca el tornillo craneal de la caja que debe seguir una dirección craneoproximal (Figura 21d) (Lafaver et al., 2007).

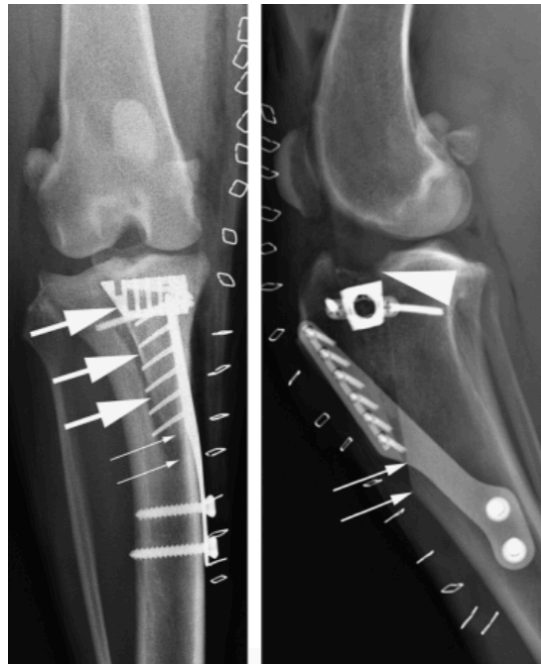
En las primeras descripciones de la técnica, se recomendaba agregar injerto de hueso esponjoso para rellenar el defecto de la osteotomía. Este hueso esponjoso se obtenía de la metáfisis de la misma tibia intervenida a través de la osteotomía realizada. Aunque Guerrero y colaboradores (2011a) confirmaron que no influía sobre las complicaciones postoperatorias, en los últimos años varios artículos vuelven a demostrar que el autoinjerto óseo acelera la formación del callo óseo disminuyendo el tiempo de cicatrización, por lo que vuelve a ser utilizado por muchos cirujanos (Bisgard et al., 2011; James et al., 2017).



**Figura 21:** Detalles de los momentos clave de la técnica quirúrgica de TTA clásica (parte 2). **a.** Se inserta un separador en T, de la casa comercial Kyon, en la osteotomía. **b.** Se realiza la distracción rotando el separador hasta alcanzar el avance necesario calculado previamente. **c.** La caja correspondiente debe ser moldeada ligeramente para que las orejas encajen a la perfección contra la superficie ósea y apunten a zonas seguras. **d.** Se fija la caja con dos tornillos bicorticales (nótese la posición final centrada de la porción distal de la placa) (Imágenes obtenidas de Lafaver et al., 2007).

En el postoperatorio inmediato se debe realizar un estudio radiológico de la rodilla operada, pues radiológicamente existen puntos de interés que hay que observar para confirmar una buena posición de los implantes. El primero es la colocación de la caja a escasos milímetros del borde proximal de la tibia. El segundo punto a tomar en cuenta es la dirección del tornillo caudal de la caja que nunca debe ir hacia la articulación (Figura 22). En la proyección caudocraneal se verifica que el largo de los tornillos sea el adecuado, que el peine esté impactado, que la placa esté moldeada y que la caja sea del tamaño adecuado. También se verifica que la TT se encuentre un poco elevada

proximalmente y apoyando distalmente en la diáfisis de la tibia. Los errores quirúrgicos más frecuentes y en los que hay que poner particular atención fueron descritos por Hoffmann y colaboradores (2006) y en orden de frecuencia consisten en: osteotomía que se extiende hacia el tornillo proximal de la diáfisis tibial, placa que sobresale de la TT, orificios vacíos en la TT, tornillos monocorticales, moldeado insuficiente de la placa, tornillos cerca de la articulación de la rodilla, peine no encajado con la placa, placa que sobresale de la cortical caudal de la diáfisis tibial en distal, caja colocada del revés, fisura causada por el tornillo proximal de la diáfisis y corte iatrogénico del tendón del Lig. del M. extensor digital largo. Estas apreciaciones deben hacerse en todas las técnicas posteriores considerando los puntos específicos e inherentes a cada una de ellas (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007).



**Figura 22:** Estudio radiológico postoperatorio de una TTA clásica. **a.** Proyección CrCd. **b.** Proyección ML. Nótese que la caja se coloca a unos 2-3 mm del borde proximal de la tibia (triángulo grande blanco). Las flechas pequeñas señalan el salto que queda en la porción craneal y distal de la tuberosidad tibial tras el adelantamiento de la TT y las flechas grandes marcan el borde lateral de la TT, la más proximal indica la parte lateral de la caja que se acopla a la forma del hueso (Imágenes obtenidas de Lafaver et al., 2007).

Recientemente un estudio ha testado biomecánicamente una cuña fabricada a medida y compuesta de brushita, fosfato tricálcico y monetita e impresa en 3D y, usando el resto de implantes de la casa comercial Kyon. Después del diseño y de las pruebas mecánicas sobre la cuña, la utilizaron con éxito en una perra Rottweiler de 4,5 años, que fue

monitorizada durante 16 semanas. Este trabajo ha demostrado que se pueden variar los elementos de esta técnica y que aún tiene mucho campo para evolucionar y probablemente seguirá siendo siempre la guía para las variantes futuras (Castilho et al., 2014).

#### 4.3.3.2. TTA de Securos Surgical®

La técnica propuesta por la casa Securos Surgical® (en adelante Securos)(Securos Surgical®, 443 Main St, Fiskdale, Massachusetts, MA 01518, EE.UU.) es una variante de la clásica de Kyon. Tiene la particularidad de emplear la placa XGEN TTA, que no usa un peine para su fijación a la TT, sino tornillos (Figura 23). Esto permite un moldeado más eficaz de la placa y disminuye el riesgo de fisuras y fracturas de la TT en el momento de la colocación del peine. Además facilita la realización de la osteotomía porque no debe ser monocortical en un principio, como en la técnica clásica, sino que puede ser directamente bicortical en su totalidad. Otra ventaja de la colocación de tornillos en la TT en vez de un peine es el hecho de que la placa puede girar sobre el eje del tornillo para colocarse en la zona ideal distal de la diáfisis tibial y por supuesto la menor necesidad de implantes específicos. Estas placas se comercializan en titanio o en acero (Castañón García, 2015; Securos Surgical, 2019).

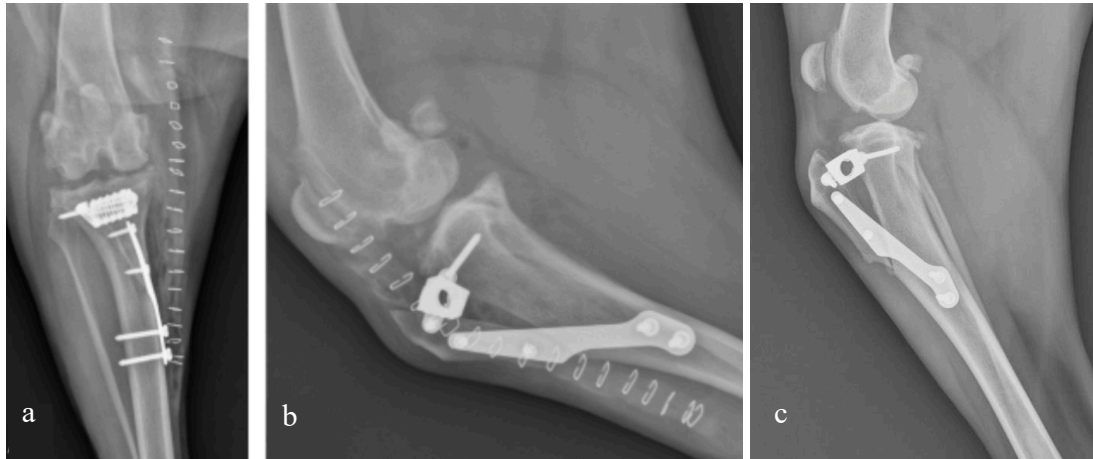


**Figura 23:** Detalle de la placa XGEN TTA de la casa comercial Securos (Imágenes obtenidas de Securos Surgical, 2019).

Securos comercializa cajas de 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5, 12, 13,5 y 15 mm de profundidad fija o recortable, tanto de titanio como de acero inoxidable. Las placas también pueden ser de ambos materiales y se comercializan desde 2 hasta 8 orificios proximales (Securos Surgical, 2014).



En la figura 24 se pueden observar imágenes postoperatorias de la técnica que usa implantes de Securos.



**Figura 24:** Radiografías postoperatorias de una TTA de Securos. **a.** Proyección CrCd inmediatamente postoperatoria. **b.** Proyección ML inmediatamente postoperatoria (Imágenes obtenidas de Bisgard et al., 2011). Nótese la osteotomía completa de la TT y el uso de dos tornillos en vez del peine. **c.** Proyección ML a las 6 semanas postoperatorias (Imagen obtenida de Securos Surgical, 2019).

En el año 2016, un estudio realizado en 60 perros evaluó un nuevo implante de la misma casa comercial, que consistía en una caja compuesta en un 30% por un biocompuesto de fosfato bicálcico disperso en una matriz de ácido láctico poli-L/D (PLDLA, del inglés “*poly-L/D-lactic acid*”) bioabsorbible (Figura 25). El estudio se centró en demostrar que el implante era válido para ser usado en el tratamiento de la RLCCr y lo demostró con un nivel de complicaciones muy bajo (una sola complicación mayor de los 60 casos intervenidos que necesitó reintervención quirúrgica). Entre las ventajas descritas en este trabajo destacan que el implante era radiolúcido, que se podía cortar intraoperatoriamente y que se desintegraba en el tiempo suficiente para que el hueso cicatrizara completamente antes de su absorción completa (Figura 26) (Barnhart et al., 2016).

El PLDLA ha sido estudiado recientemente de manera retrospectiva por Ferrell y colaboradores (2019), siendo usado como componente de la caja espaciadora en 50 casos de TTA, confirmando una excelente degradación al cabo de 12 meses en cajas de 9 mm y de 12 mm.



**Figura 25:** Detalle de la caja de PLDLA (Imagen obtenida de Barnhart et al., 2016).



**Figura 26:** Radiografía de rodilla en proyección ML postoperatoria con una caja PLDLA (Imagen obtenida de Barnhart et al., 2016).

Estos nuevos materiales han mostrado tiempos de cicatrización ósea mejores que el de la caja tradicional de la misma casa comercial. Esto, según el mismo autor, podría deberse al hecho de que mientras se va absorbiendo el material, el hueso empieza a cargar peso y esto estimula su crecimiento por dinamización (Barnhart et al., 2016). Esta suposición despertó el interés para un segundo estudio cambiando el material de la caja por ácido poliglicólico (Figura 27), pero las complicaciones en este caso fueron del 38% por lo que su uso no es aún recomendable para el tratamiento quirúrgico de RLCCr (Bander et al., 2018). Sin embargo, hay estudios en marcha usando implantes de ácido poliláctico, que han tenido muy pocas complicaciones y que podrían abrir paso a nuevas generaciones bioabsorbibles de cajas (Valiño Cultelli et al., 2019).

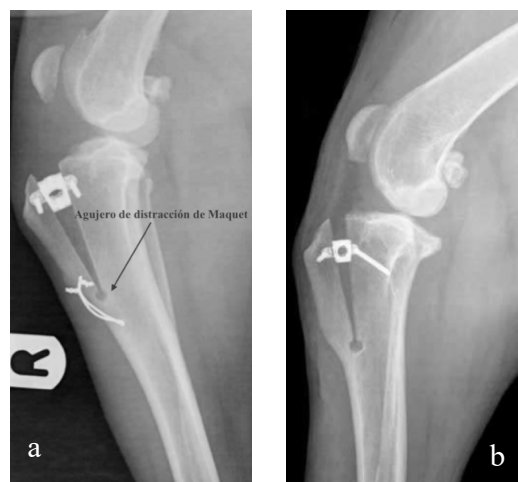


**Figura 27:** Detalle de la caja de ácido poliglicólico (Imagen obtenida de Barnhart et al., 2016).

#### 4.3.3.3. TTA de Etchepareborde y colaboradores

En 2010, Etchepareborde y colaboradores describieron experimentalmente una TTA sin osteotomía completa de la tuberosidad tibial, y sin colocación de placa ni peine. Esta técnica la llamaron MMT, de sus siglas en inglés “*Modified Maquet Technique*”.

Este procedimiento pretendía ayudar a la rápida formación de callo óseo preservando la mayor cantidad de tejido blando y de vascularización alrededor de la línea de corte. Para ello practicaron una osteotomía de la TT que acaba en un orificio realizado previamente en la porción distal de la misma y que tenía como finalidad facilitar la distracción sin fisuras distales al corte realizado, manteniendo intacto el periostio distal de la TT (Figura 28).



**Figura 28:** Técnica modificada de Maquet. Nótese el orificio de distracción de Maquet colocado a 5 mm del borde craneal de la tibia y la osteotomía incompleta de la TT. **a.** En este caso se usó un cerclaje como banda de tensión (Imagen obtenida de Etchepareborde et al., 2010). **b.** Nótese, en cambio, la ausencia de cerclaje en esta imagen (Imagen obtenida de Etchepareborde, 2014).

Se temía que el orificio pudiese comprometer la estabilidad del sistema, pero al realizar las pruebas biomecánicas descubrieron que no había cambios significativos en la estabilidad del sistema si se realizaba o no se realizaba un orificio distalmente (Etchepareborde et al., 2010; Etchepareborde et al., 2011).

Muchas técnicas posteriores han incluido el orificio distal de distracción (llamado comúnmente de Maquet) para facilitar la cicatrización y evitar al máximo la posibilidad de avulsión de la TT. La idea de una osteotomía incompleta fue determinante para muchas variaciones que surgieron posteriormente y que mantienen el periostio distal intacto, y no usan ni peine ni placa.

En un principio se estudió la utilización de un cerclaje para que trabajara como banda de tensión, pero se demostró que no aportaba mayor estabilidad al sistema, por lo que su uso se dejó a elección del cirujano (Etchepareborde et al., 2011).

Un estudio reciente combinó la osteotomía incompleta de la técnica MMT con la placa y la caja de la empresa Securos y comprobó que es válido mezclar ambos principios. En este estudio se evaluaron los resultados de 70 TTA de Securos, de las cuales 35 fueron realizadas con osteotomía completa y 35 con incompleta. Los resultados fueron muy buenos y ningún perro necesitó reintervención postquirúrgica, ni tuvo complicaciones de patela baja o de avance insuficiente de la TT. Gracias a los resultados de este estudio, se considera que no es necesario reajustar el cálculo del avance necesario cuando la osteotomía es incompleta (Retallack y Daye, 2018).

#### *4.3.3.4. TTA de Orthomed*

La empresa Orthomed Ltd (en adelante Orthomed)(Orthomed Ltd, 29 Green Street, Huddersfield, West Yorkshire, HD1 5DQ, Reino Unido) comercializó esta técnica en el año 2011.

La MMP (de sus siglas en inglés “*Modified Maquet Procedure*”) surge tras la observación de algunas necesidades de la técnica clásica. Varios autores observaron que la reproducibilidad de la técnica era muy difícil y decidieron buscar un método que disminuyera la subjetividad a la hora de aplicar una TTA. Para ello crearon guías de corte



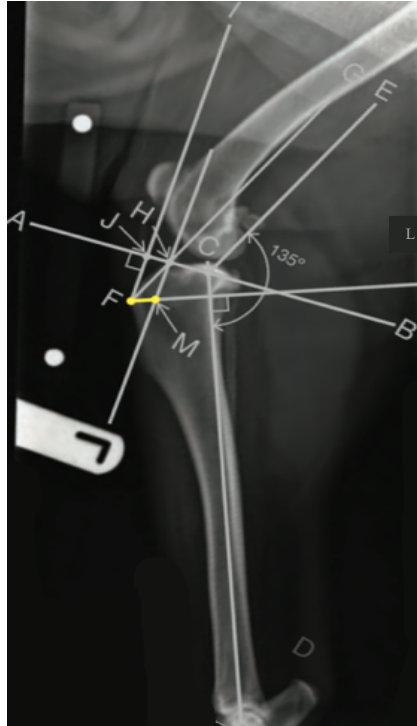
y cuñas porosas de diferentes tamaños estandarizados que simplificaran el proceso y sobre todo que quitaran la posible subjetividad de la variable humana de la ecuación (Ness, 2011).

El primer punto interesante de la técnica fue el análisis del cálculo del avance requerido. Ambos métodos propuestos anteriormente para medir el avance necesario en una TTA, el clásico y el de la tangente común, han demostrado tener un alto nivel de subjetividad, siendo dependientes del ángulo formado por el fémur y la tibia, de la superposición exacta de las estructuras mediales y laterales y del clínico que calcula el avance (Bush et al., 2011). En 2011, Ness propuso un método para calcular el avance requerido que no involucra al fémur y reduce las variabilidades anteriormente mencionadas, ayudando a estandarizar y afinar la técnica. Este sistema consistía en trazar varias líneas paralelas y perpendiculares, como se describe en la Figura 29, hasta llegar al avance necesario para llevar a 90° el ángulo formado por la superficie articular de los cóndilos tibiales y una línea a 135° del eje de la tibia (Ness, 2011; Ness, 2016).

Otra innovación aportada por la técnica fue el diseño de la cuña, fabricada de titanio poroso. El titanio tiene propiedades biocompatibles y de resistencia a las actividades corrosivas de los tejidos vivos, así como una resistencia y una rigidez que lo hacen muy apto como implante ortopédico. La rugosidad y la porosidad de la cuña, llamada OrthoFoam™ Cuña MMP, son óptimas para favorecer el crecimiento óseo encima y dentro del implante y así lograr una mejor osteointegración. El material es una espuma de titanio que al tener un acabado rugoso promueve la fijación de la cuña, mientras que su porosidad (el diámetro promedio de los poros es 500 µm) permite el crecimiento óseo y asegura la estabilidad a largo plazo. (Ryan et al., 2006; Wazen et al., 2010; Ness, 2011). Orthomed distribuye cuñas porosas en anchos de 3, 4, 5, 6, 6,5, 7, 7,5, 8, 9, 10,5, 12, 13,5 y 15 mm en función del tamaño de las razas (para las pequeñas: 3, 4, 5, 6, 7 y 8, y para las medianas y grandes: 6, 7,5, 9, 10,5, 12, 13,5 y 15)(Orthomed, 2019).

La técnica quirúrgica consiste en realizar el abordaje quirúrgico de la misma manera que en los procedimientos descritos anteriormente. Una vez realizado, se perfora un orificio con una broca de 3,5 en la posición que permita la guía que se posiciona apoyada en el borde craneal de la tibia. Este orificio se denomina orificio de Maquet (Figura 30a). A continuación, se hace la osteotomía bicortical de la TT en todo su recorrido, y

posteriormente se retira la guía y se termina a mano el corte con la sierra para conectar el corte con el orificio de distracción (Figura 30b y 30c).

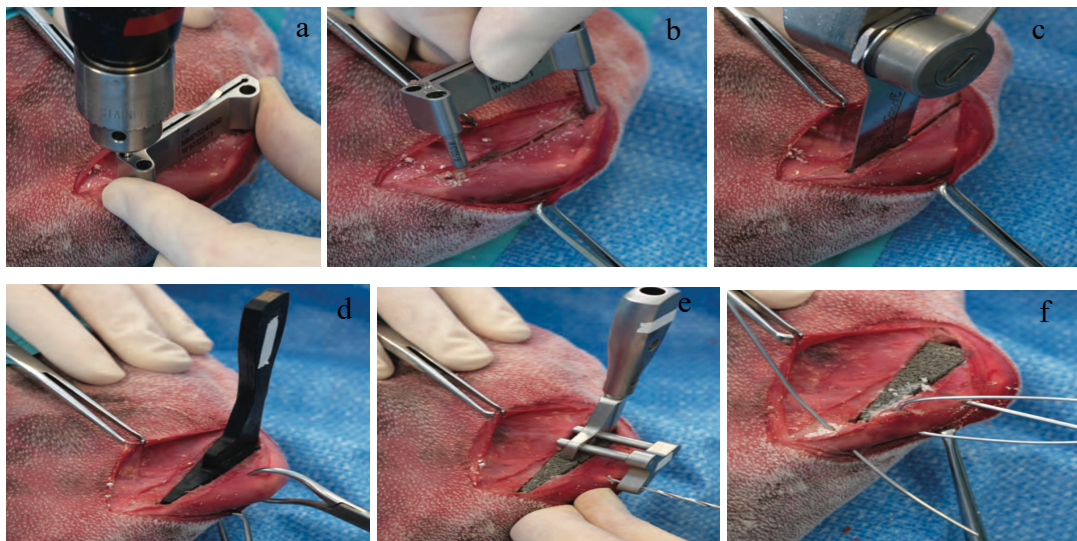


**Figura 29:** Detalle del cálculo del avance requerido para la realización de la TTA propuesta por Ness. La línea AB se traza uniendo los puntos de inserción de los LCCR y LCCd y representa la superficie articular de los cóndilos tibiales. La línea CD representa el eje de la tibia, donde C es la intersección con AB. La línea CE se dibuja con un ángulo de 135° con respecto a CD. La línea FL es la perpendicular a CD que pasa por el punto más craneal de la TT llamado F. La línea GF es la paralela a CE que cruza con AB en el punto H. La línea FI es la perpendicular a AB que pasa por F y cruza AB en el punto J. La paralela a FI que pasa por el punto H cruza la línea FL en un punto nombrado M. La distancia entre los puntos F y M representa el avance requerido (Imagen obtenida de Ness, 2016).

Una vez completado el corte, para conseguir el avance de la TT se colocan progresivamente distractores de diferentes tamaños cada vez más grandes hasta alcanzar el avance necesario (Figura 30d). Posteriormente se fija la cuña definitiva, en una guía que facilita su introducción en el espacio creado por las cuñas anteriores. En la guía se acopla una extensión en forma de mariposa para guiar la broca que permite la colocación de una aguja de Kirschner que atraviesa la TT y pasa justo por el orificio que tiene la cuña en su zona central (Figura 30e). A continuación, se retiran primero la guía de broca en forma de mariposa y posteriormente la guía de introducción de cuñas.

Como último paso, para estabilizar todo el conjunto y no se abra la osteotomía, se plantea la utilización de uno o dos cerclajes o de una grapa. Cuando se emplean cerclajes, se debe diferenciar a los animales de menos y de más de 25 Kg:

- a) En animales que pesan menos de 25 Kg: se realizan dos orificios para colocar un cerclaje en forma de ocho. El primer orificio se practica en la zona distal de la TT, aproximadamente a dos tercios de la distancia entre la aguja de Kirschner y el extremo de la osteotomía, y el segundo siguiendo una línea de 45 grados desde el primero, centrado en la diáfisis de la tibia y como mínimo a 10 mm del orificio de Maquet (Figura 30f).
- b) Si el animal pesa más de 25 Kg: se realizan los mismos dos orificios pero se colocan dos cerclajes, que comparten el orificio distal (centrado en la diáfisis) y difieren en el punto proximal (el orificio de la TT en un caso y el extremo de la aguja perpendicular al eje en el segundo) con el objetivo de repartir la carga de fuerzas (Figura 31) (Ness, 2011).



**Figura 30:** Detalles clave para la realización de la técnica MMP. **a.** Realización del orificio de Maquet con la ayuda de la guía de corte. **b.** Retirada de la guía para visualizar el corte de la osteotomía. **c.** Realización de la osteotomía distal para conectar el corte proximal con el orificio de distracción de Maquet. **d.** Colocación de distractores de diferentes tamaños progresivamente superiores hasta alcanzar el avance requerido. **e.** Colocación de la cuña definitiva y de la guía en forma de mariposa para insertar la aguja de Kirschner. **f.** Colocación del cerclaje en forma de ocho como banda de tensión (Imágenes obtenidas de Ness, 2011).



**Figura 31:** Colocación de dos cerclajes en forma de 8 para animales de más de 25 Kg (Imagen obtenida de Ness, 2011).

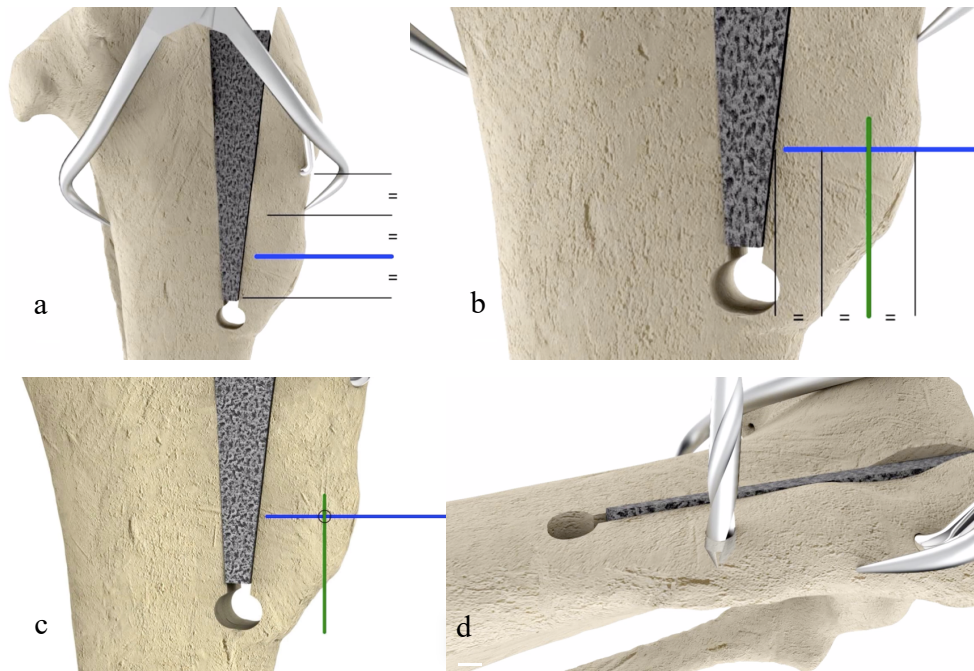
La segunda opción para estabilizar la TT es la utilización de una grapa con dientes (Figura 32) que debe fijarse solo a la primera cortical del hueso (Figura 33) (Ness, 2014). Las grapas distribuidas por Orthomed son de 5, 6 y 7 mm de longitud.



**Figura 32:** Detalle de la grapa con dientes (Imagen obtenida de Orthomed, 2019)

El primer orificio para fijar la grapa debe ser colocado en el tercio distal del espacio entre la aguja y el orificio de Maquet, y en el tercio craneal del espacio entre el borde craneal de la osteotomía y el borde craneal del hueso (Figura 33) (Ness, 2014).

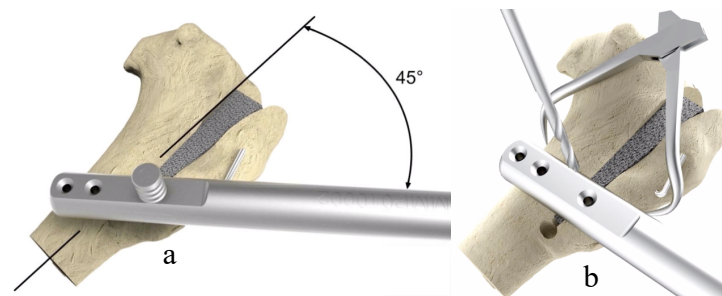
El segundo orificio se realiza gracias a una guía de perforación fijada sobre el primero y también debe realizarse de manera que solo perfore la primera cortical (Figura 34). La inclinación que debe tener esta grapa ha ido evolucionando y al principio se recomendaba un ángulo de 45 grados entre esta y el eje de la tibia, mientras que ahora se recomienda que ese ángulo sea de 90° (Figura 35) (Ness, 2014).



**Figura 33:** Detalle del sitio donde debe realizarse el primer orificio para la colocación de la grapa y su profundidad. **a.** Localización del tercio distal entre la aguja y el orificio de Maquet. **b.** Localización del tercio proximal entre la cuña y el borde craneal de la TT. **c.** Detalle del punto donde se debe realizar el orificio. **d.** El orificio se debe realizar perforando solo la primera cortical (Imágenes obtenidas de Orthomed, 2019).



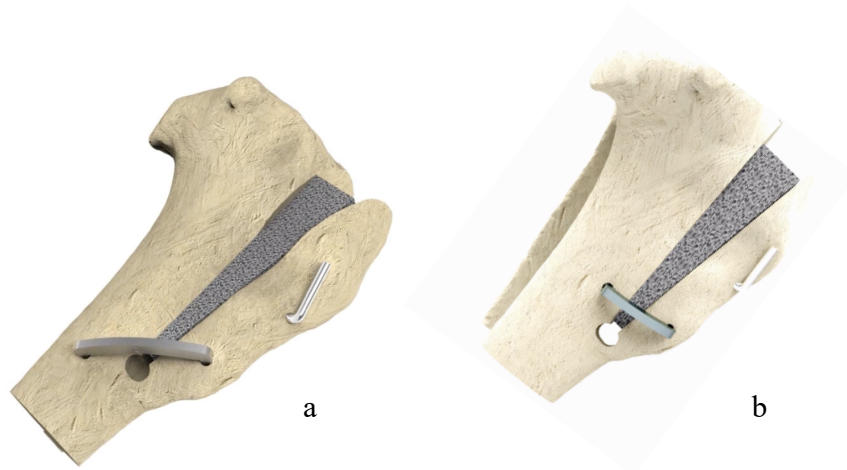
**Figura 34:** Detalle de la perforación monocortical del segundo orificio de la grapa, mediante el empleo de una guía de perforación (Imagen obtenida de Orthomed, 2019).



**Figura 35:** Detalle de la colocación de la guía de perforación del segundo orificio. **a.** Detalle de la opción a 45°. **b.** Detalle de la opción a 90° (Imágenes obtenidas de Orthomed, 2019).



En la figura 36 se pueden ver las dos opciones aceptadas para la colocación de la grapa (Orthomed, 2019).



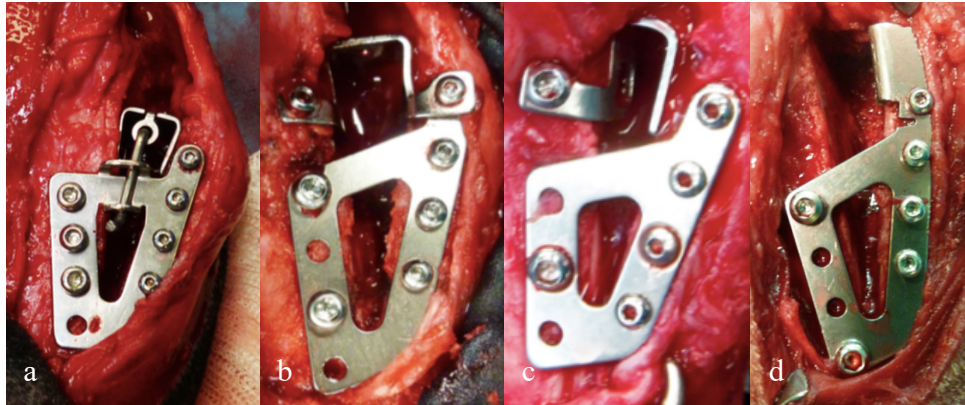
**Figura 36:** Detalle final de las dos opciones para colocar la grapa.  
**a.** A 45° del eje de la tibia. **b.** Perpendicular al eje de la tibia  
(Imágenes obtenidas de Orthomed, 2019).

#### 4.3.3.5. TTA de Insorvet

En el año 2011, Durall y Díaz-Bertrana, patentaron una placa en acero inoxidable como nuevo implante para realizar la TTA. La placa, con forma de trapecio, tiene la función de mantener la TT en el sitio preestablecido del adelantamiento. En los estudios preliminares se obtuvieron buenos resultados con una tasa de complicaciones del 5%, por lo que la técnica se comercializó rápidamente y se introdujeron nuevas variantes comercializados por la empresa Insorvet (Insorvet SL, Carrer de Cardedeu, 1, 08023 Barcelona, España), que están siendo estudiadas para cuantificar complicaciones y describir de manera exhaustiva las técnicas (Musté Rodríguez, 2013; Castañón García, 2015).

La empresa ha desarrollado diversas variantes que han tenido siempre el objetivo de disminuir la cantidad de implantes empleados, reduciendo el número de tornillos o partes de la caja (Figura 37).

La modificación con la placa con brazo inclinado tiene la ventaja de permitir su uso también cuando existe la patología concomitante de luxación de rótula con desviación de la TT (Figura 38) (Insorvet, 2019).



**Figura 37:** Evolución de 4 implantes de la empresa Insovet para la realización de una TTA. **a.** TTA con placa con brazo inclinado y varilla, que usa una caja y una placa con tornillos conectadas entre sí por una aguja. **b.** TTA con placa de brazo inclinado con caja con dos tornillos, en la que se ha retirado la aguja y la placa y la caja se conectan entre sí por el orificio proximal de la caja. **c.** TTA con placa de brazo inclinado y con caja con un único tornillo caudal. **d.** TTA sin caja, siendo la misma placa la que hace la función de la caja en su parte proximal (Imágenes obtenidas de Insovet, 2019).



**Figura 38:** Detalle de una TTA con placa con brazo inclinado con luxación medial de rótula concomitante. Nótese que se le ha cortado el brazo proximal a la placa y se ha inclinado para que se fije la TT en posición más lateral (Imagen obtenida de Insovet, 2019).

Recientemente la casa comercial ha sacado una última variante al mercado que fusiona la placa y la caja y que disminuye la cantidad de acero total (y similar a la TTA Rapid, modelo que se explicará más adelante). Aún se esperan resultados clínicos, pero existen buenas expectativas y buenos resultados preliminares (Figura 39) (Insovet, 2019).

Insovet comercializa cajas de 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5, 12 y 15 mm de adelantamiento en todas sus variantes, incluidas la TTA sin caja y la asimétrica. Las placas varían desde 2 hasta 6 orificios en el brazo caudal, y desde 2 hasta 5 en el brazo craneal (Insovet, 2019).

En la figura 40 se puede observar los estudios radiológicos postquirúrgicos de dos de los implantes propuestos por Insorvet para la realización de una TTA.



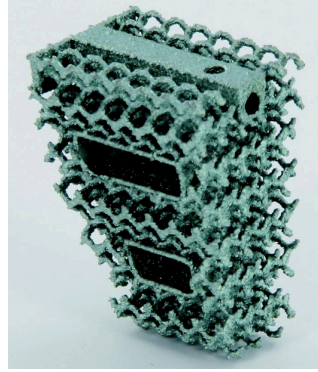
**Figura 39:** Detalle de la última variante de la TTA realizada por Insorvet llamada asimétrica (Imágenes obtenidas de Insorvet, 2019).



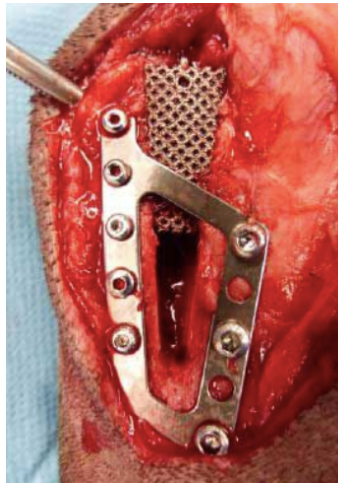
**Figura 40:** Detalle de las radiografías postoperatorias en proyección ML de dos de las variantes de la TTA desarrolladas por Insorvet (Imágenes obtenidas de Insorvet, 2019).

Aunque se describirán en apartados posteriores, la empresa Insorvet comercializa también una variante de TTA con trapecios de titanio poroso (Figura 41), para que se coloquen en vez de las cajas espaciadoras. Estos trapecios pueden usarse con las placas descritas anteriormente (Figura 42) o con dos agujas y una banda de tensión para estabilizar el sistema (Figura 43). En caso de usarse las agujas, el concepto es el mismo que el de la técnica MMP descritas por Ness (2011). Los trapecios tienen, en su parte más proximal, un refuerzo para que en él se inserte la guía para realizar los orificios por donde pasarán las agujas que estabilizarán el sistema. La primera variante de trapecio tenía dos botones sobresalientes que cumplían con el mismo objetivo. Todos los trapecios porosos tiene dos ventanas en el centro que permiten el paso de las agujas (Insorvet, 2019).





**Figura 41:** Detalle del trapecio de titanio poroso de Insorvet. Nótese el refuerzo proximal para conectar la guía y las ventanas para la colocación de agujas (Imágenes obtenidas de Insorvet, 2019).



**Figura 42:** Detalle de la primera variante del trapecio usado como espaciador con la placa de Insorvet (Imágenes obtenidas de Insorvet, 2019).



**Figura 43:** Detalle de la primera variante del trapecio de Insorvet usado con dos agujas y una banda de tensión (Imágenes obtenidas de Insorvet, 2019).

#### 4.3.3.6. TTA de Fariña y colaboradores

En 2011, Fariña y colaboradores realizaron un pequeño estudio *ex vivo* en 10 rodillas, para el tratamiento quirúrgico de la RLCCr. En el se describe una técnica llamada “*avance de la tuberosidad tibial modificada*” (que los autores nombraron TTAM de su abreviación TTA “Modificada”), que consiste en colocar una caja especial y un tornillo diseñado específicamente para el estudio con rosca en la punta para fijar la osteotomía.

Su eficacia aún no ha sido estudiada a fondo, pero se basa en el mismo concepto que los sistemas descritos anteriormente, por lo que se puede suponer que su uso podría ser eficaz para el tratamiento de la RLCCr (Fariña et al., 2011). Anteriormente la idea de un tornillo para fijar la tuberosidad había sido puesta en práctica en Brasil también *ex vivo* en 10 rodillas, pero ninguno de los dos estudios incluyó pruebas *in vivo* o experimentos biomecánicos que demostrasen su eficacia, por lo que no se puede asegurar su completa seguridad como tratamiento quirúrgico para la RLCCr (Testoni et al., 2009).

Se desconoce si los implantes desarrollados en ambos estudios han sido comercializados.

#### 4.3.3.7. TTA Rapid de Rita Leibinger Medical

En el año 2014, Samoy y colaboradores probaron una nueva técnica comercializada por la casa comercial Rita Leibinger Medical (Rita Leibinger GmbH & Co. KG, Griesweg 37, 78570 Mühlheim an der Donau, Alemania) denominada TTA Rapid. Esta técnica se centró en quitar el peine y la placa de la técnica original, remplazándolos por una caja más grande con orejas para la colocación de tornillos a ambos lados de la línea de corte, y en realizar una osteotomía incompleta, fusionando así la idea original con la de Etchepareborde y colaboradores (2010).

Las cajas son de titanio y se comercializan de 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5 y 12 mm de adelantamiento y con diferentes profundidades y agujeros (Figura 44).

Antes de la realización de la técnica, la casa comercial recomienda un estudio radiológico en el que se obtiene una proyección ML que permita el uso de una plantilla transparente para determinar exactamente el lugar donde se realice el orificio de distracción distal. El

lugar de realización viene dado por el ancho de la caja requerida (Figura 45) (Samoy et al., 2014).



**Figura 44:** Detalle de la caja de la TTA Rapid (Imagen obtenida de Rita Leibinger Medical, 2019).



**Figura 45:** Detalle de la medición preoperatoria de la caja para la técnica TTA Rapid. La caja debe colocarse a 3-5 mm del borde proximal de la tibia y la escala graduada en la parte superior de la caja sirve para determinar esa distancia. El orificio de Maquet se mide desde la cortical craneal gracias a la regla de la parte inferior. En el caso de la imagen deberá estar a 5 mm del borde craneal (Imagen obtenida de Samoy et al., 2014).

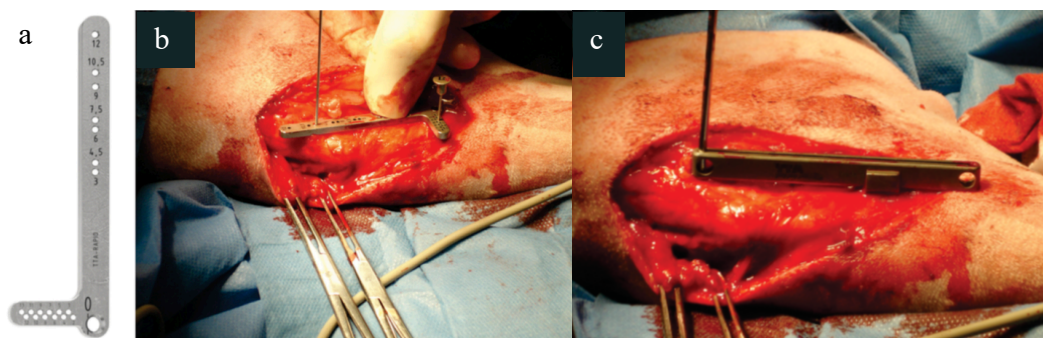
El procedimiento quirúrgico empieza con un abordaje medial similar a los descritos anteriormente. A continuación, se realiza el orificio de Maquet con la ayuda de una guía de perforación de la misma casa comercial (Figura 46a y 46b) y una broca de 2 o 3 mm según el ancho de la tibia y/o la preferencia del cirujano. Antes de realizar la osteotomía

se debe colocar una aguja de Kirschner de 1,5 mm que cruce la articulación de medial a lateral, para que indique la posición de la inserción del tendón del extensor digital largo y que servirá para que el corte no se desplace caudal o cranealmente (Samoy et al., 2014; Butterworth y Kydd, 2017).

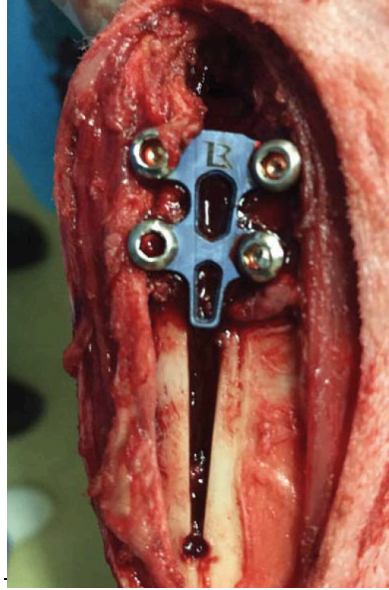
Con el mismo objetivo se coloca una guía que facilita la realización del corte en función de la caja preseleccionada (Figura 46c). Esta guía se fija en la aguja de Kirschner y en el orificio de Maquet, y siguiendo su dirección se realiza una osteotomía bicortical. Posteriormente, se insertan unos pequeños distractores de diferentes anchuras que avanzan la TT progresivamente hasta la distancia predeterminada teniendo cuidado en no fracturarla o fisurarla distalmente (Samoy et al., 2014).

Una vez realizada la osteotomía, se mide la profundidad del corte para seleccionar la caja definitiva que se coloca a 3-5 mm del borde proximal de la tibia con los tornillos de titanio que le corresponden insertados en dirección proximomedial-distolateral (Samoy et al., 2014).

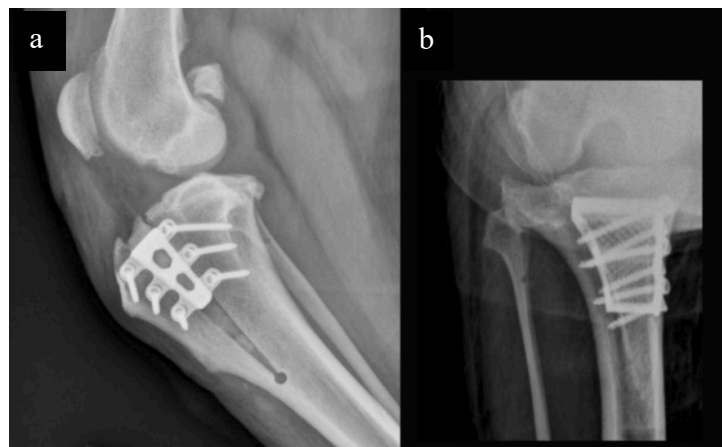
En las figuras 47 y 48 se pueden observar diferentes detalles de cómo quedan los implantes de la casa Rita Leibinger Medical durante la cirugía (Figura 47) y en los controles radiológicos postoperatorios (Figura 48).



**Figura 46:** Detalles de la técnica TTA Rapid. **a.** Detalle de las guías de perforación. **b.** Detalle de la fijación de la guía para realizar el orificio de Maquet. **c.** Detalle de la guía de corte de la TT (Imágenes obtenidas de Samoy et al., 2014).



**Figura 47:** Detalle intraoperatorio que muestra la colocación de una caja de 6 mm de una TTA Rapid (Imagen obtenida de Arican et al., 2017).

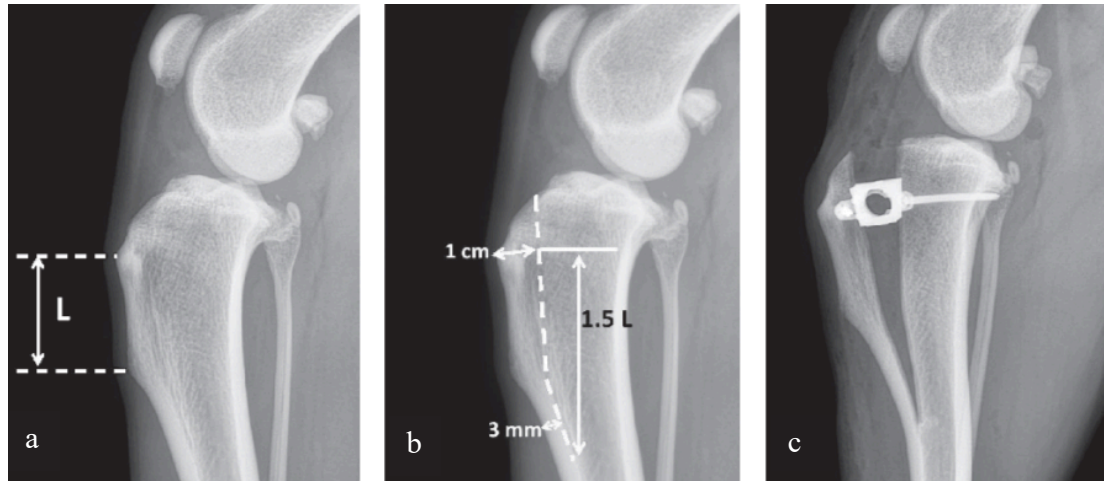


**Figura 48:** Estudio radiológico postoperatorio de una TTA Rapid con caja de 9 mm. **a.** Radiografía en proyección ML. **b.** Radiografía en proyección CdCr (Imágenes obtenidas de Samoy et al., 2014).

#### 4.3.3.8. TTA de Brunel y colaboradores

En el año 2013, Brunel y colaboradores realizaron pruebas biomecánicas sobre la variante de la MMT que desarrollaron Etchepareborde y colaboradores en 2010. La nueva técnica consistió en hacer una osteotomía más larga y curvilínea sin necesidad de perforar un orificio de distracción (Figura 49). La llamaron N-MMT, de sus siglas en inglés “*New Modified Maquet Technique*”.

El estudio de Brunel y colaboradores (2013) se realizó con 60 casos *ex vivo* y evaluó las complicaciones y los primeros resultados con esta técnica. Las ventajas que encontraron con este procedimiento fueron que con este corte, la tibia era capaz de aguantar hasta 6 veces el peso del animal antes de fracturarse, que no se necesitaba una placa para estabilizar la TT y que no era necesario realizar el orificio de Maquet, que es el lugar más frecuente por donde se propagan las fisuras y fracturas distales de la TT en la MMT.



**Figura 49:** Diseño de la osteotomía de la N-MMT. **a.** Planificación preoperatoria donde L indica la longitud de la TT. **b.** Trazado preoperatorio de la línea de osteotomía. **c.** Radiografía en proyección ML postoperatoria (Imágenes obtenidas de Ramirez et al., 2015).

Posteriormente, Ramirez y colaboradores (2015) desarrollaron un estudio *in vivo* en 84 rodillas de la especie canina para evaluar los resultados clínicos y las complicaciones de la técnica diseñada por Brunel y colaboradores. Los autores concluyeron que la técnica proporciona buenos resultados a largo plazo, pero que deben realizarse estudios más exhaustivos para confirmarlos a mayor escala ya que el porcentaje de complicaciones (52%) fue bastante elevado. Este elevado porcentaje podría relacionarse con la curva de aprendizaje del cirujano, porque en 2018, Lefebvre y colaboradores encontraron que las complicaciones intraoperatorias (37%) fueron más elevadas que las postoperatorias, que tuvieron un porcentaje mucho más aceptable (14%).

#### 4.3.3.9. TTA-2 de Kyon Veterinary Surgical Products

Desde el año 2014, la casa comercial Kyon, ha empezado a distribuir implantes de una evolución de su TTA clásica, denominada TTA-2. En esta nueva técnica se sustituye la

caja original por una caja nueva de titanio con celdas (Figura 50), que se comercializa en los mismos tamaños que las cajas de la TTA clásica.

En esta variante, la osteotomía se debe realizar con una guía de corte específica diseñada para la técnica (Figura 51a). El corte se realiza de una manera incompleta y similar a la descrito en la N-MMT (Figura 51b). Una vez realizado el corte, se realiza la distracción del defecto gracias a un dilatador también diseñado para tal efecto (Figura 51c). Posteriormente, en el espacio creado durante el avance se coloca la cuña de la TTA-2 (Figuras 51d) que no se fija de ninguna manera al hueso, sino que se mantiene en posición por la simple presión de la TT sobre el resto de la tibia (Kyon, 2014).



**Figura 50:** Detalle de la cuña de titanio con casillas usada en la TTA-2  
(Imagen obtenida de Kyon, 2014)

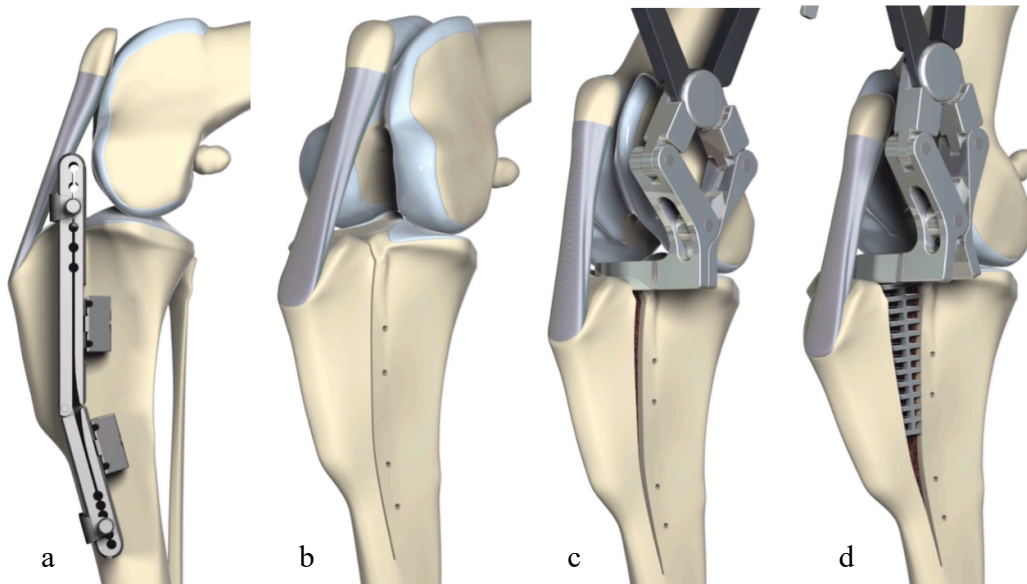
Esta variante fue creada con el objetivo de simplificar la técnica original, preservar el periostio distal para mantener intacta la irrigación, reducir el tiempo quirúrgico y disminuir el número de implantes (Kyon, 2014; Tepic, 2017).

Existe poca bibliografía que incluya información adicional sobre esta técnica, pero se han descrito fracturas o fisuras distales de la osteotomía en los postoperatorios. Para evitar este inconveniente, se han propuesto diversas opciones. Entre las más utilizadas están la compresión distal de la osteotomía mediante la aplicación de un cerclaje o una sutura monofilamento en la zona distal de la osteotomía (Figura 52) o el uso de una grapa en la zona proximal (Figura 53).

La idea de colocar un hemicerclaje en la parte más distal de la osteotomía surgió tras la conferencia de Torrington y colaboradores (2015), impartida en el “*Kyon Symposium*” en Boston, en el que presentaron los resultados de un estudio retrospectivo en el que usaron esta técnica sin cerclaje en 481 rodillas. Los resultados registraron un total de 67



fracturas (14%), de las cuales 58 fueron de la TT y 9 de la diáfisis de la tibia, 26 intraoperatorias y 41 postoperatorias (Bleakley et al., 2017).

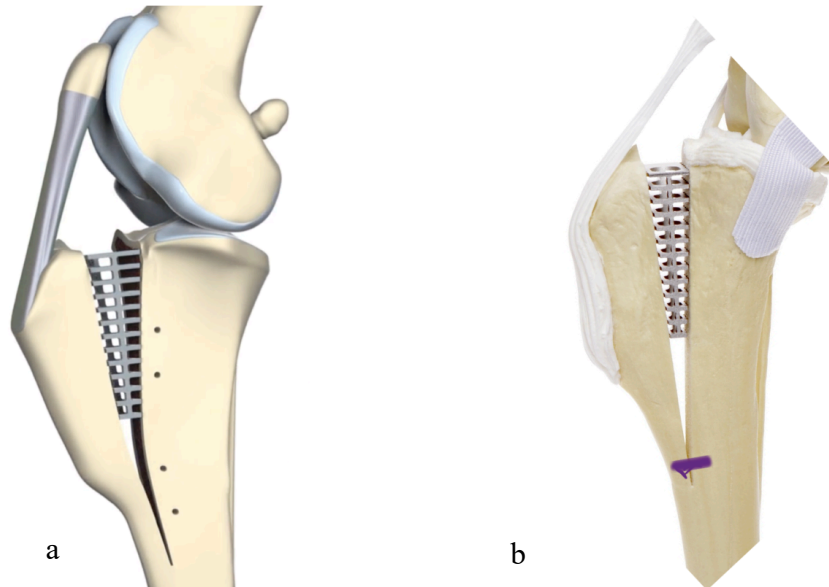


**Figura 51:** Detalle de la técnica de la TTA-2. **a.** En esta imagen se puede ver el posicionamiento de la guía de corte diseñada para la osteotomía, que se fija con agujas a la tibia. **b.** Detalle de la osteotomía incompleta una vez terminada. **c.** Colocación del distractor en la zona proximal de la osteotomía. **d.** Inserción de la caja de TTA-2 en el espacio creado por el avance de la TT (Imágenes obtenidas de Kyon, 2014).

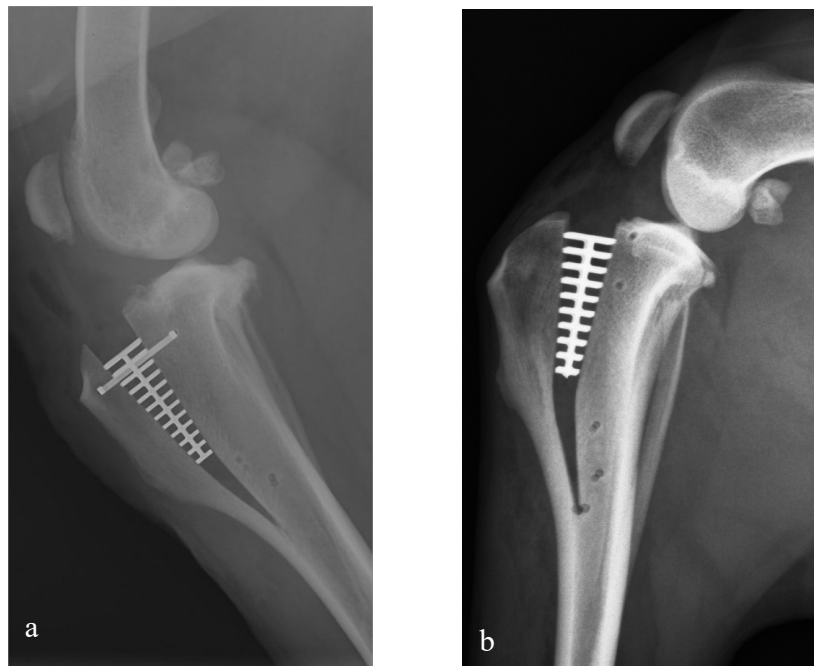
En 2017, Bleakley y colaboradores realizaron un estudio *ex vivo* en 28 rodillas de perro y demostraron que existía menos probabilidad de presentación de fracturas si se colocaba una sutura monofilamento de polidioxanona (PDS® de la marca Ethicon Johnson&Johnson) a manera de hemicerclaje en la parte distal de la osteotomía de la TTA-2 (Figura 52). Los autores recomendaban que en el caso de usar el hemicerclaje, se debía realizar un orificio 5 mm caudal a la osteotomía y 10 mm proximal al límite distal de la osteotomía. A continuación, se pasaba la sutura por el orificio con la ayuda de una aguja de 18G y posteriormente se anudaba cruzando por la parte craneal de la tibia. Los autores recomendaban repetir el proceso 4 veces (Bleakley et al., 2017).

A pesar de estas opciones para evitar las fracturas distales de la TT, los autores coinciden en que se necesitan más estudios para determinar cuál de ellos es realmente útil para prevenir las fracturas distales (Boudrieau, 2018).





**Figura 52:** TTA-2. **a.** Detalle del posicionamiento de la caja con ausencia de hemicerclaje distal. **b.** Detalle de la TTA-2 con una ilustración del hemicerclaje (Imágenes obtenidas de Kyon, 2014).



**Figura 53:** Estudio radiográficos en proyección ML de una TTA-2 de Kyon, con **(a)** y sin grapa proximal **(b)** (Imágenes obtenidas de Boudrieau, 2018).

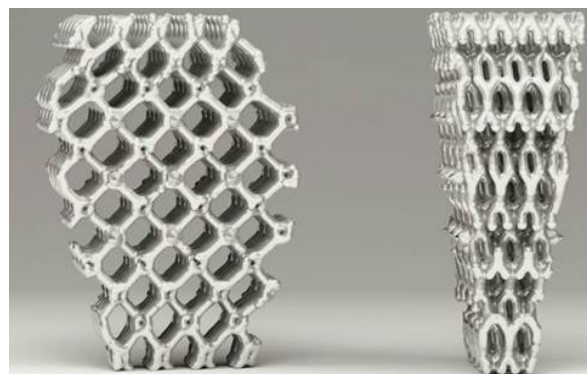
#### 4.3.3.10. TTA Porosa de Biosurgex-ITC

La TTA Porosa fue descrita por primera vez por el Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) en 2014. Se trata de una variante de la MMT, por lo que realiza una osteotomía incompleta y fija la tuberosidad tibial gracias a una placa con 2 tornillos proximales y uno

distal. La técnica tiene el mismo principio que todas las anteriores, adelantar la TT y fijarla con una placa de titanio diseñada específicamente para esta variante (Castañón García, 2015; Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).

#### a) Implantes

Los implantes propuestos por Biosurgex-ITC (Biosurgex, Añepa esquina Tigotán, s/n, 35118 Arinaga, Las Palmas de Gran Canaria, España) para la realización de la técnica son una cuña porosa, un placa y tres tornillos. La particularidad más destacable de esta técnica, en comparación con las descritas anteriormente, es la cuña porosa que propone y de la que hereda el nombre (Figura 54). Está hecha de titanio (Ti6Al4V), y aunque el titanio ya había sido usado antes en otras técnicas de TTA, su peculiar porosidad permite que exista una buena vascularización dentro del implante y que haya regeneración ósea. Ambos aspectos permitirán que haya por consiguiente una muy buena integración del mismo en el hueso. Además aporta mucha resistencia, y su elasticidad es similar a la del hueso, por lo que la estabilidad que se consigue es mayor a largo plazo (Castañón García, 2015).



**Figura 54:** Cuña porosa de Biosurgex-ITC (Imagen obtenida del Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).

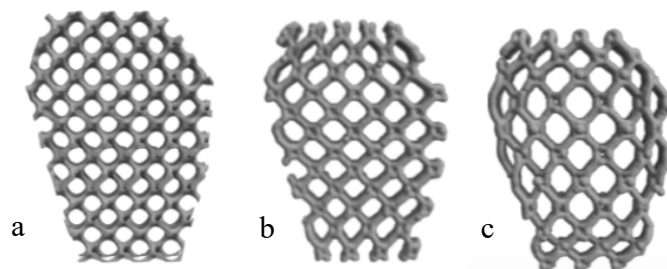
El titanio poroso Ti6Al4V ha demostrado tener muy buenas propiedades osteointegrativas, además de tener una elevada resistencia a la corrosión y ser biocompatible (Pereira, 2016; Trisciuzzi et al., 2019). Varios estudios han demostrado que cuando está sometido a cargas cíclicas estimula la osteoconducción y la osteoinducción, por lo que la formación del callo óseo se acelera (Li et al., 2012; Crovace et al., 2018). La única desventaja que presenta es que no tiene la fuerza suficiente para

ser aplicado en situaciones de soporte de carga por largos periodos, pero al no ser necesario en una TTA, funciona perfectamente para el tratamiento quirúrgico de la RLCCr (Pereira, 2016).

La oferta comercial propuesta por el ITC presenta diferentes tamaños de cuñas. El avance parte desde 3 mm y va aumentando 1,5 mm hasta llegar a 15 mm, mientras que el ancho es variable según el avance (Pereira, 2016).

Además de los diferentes tamaños existen diferentes tipos de cuñas, siendo todas recortables, lo que permite una mejor adaptación a la forma de la tibia de cada animal. Existen tres tipos de cuñas descritas a continuación por orden de presentación comercial:

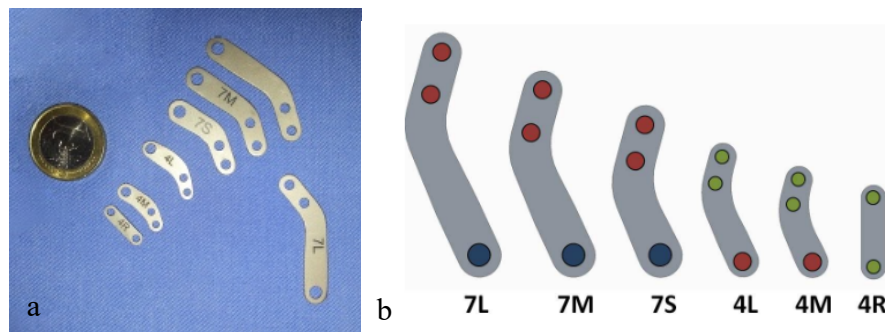
- Las cuñas de primera generación son de poro pequeño y tienen una gran rugosidad superficial.
- Las cuñas de poro ancho y de alta resistencia (llamadas HR por sus siglas en inglés “*High Resistence*”) que permiten el paso de agujas de 1,5 mm a través de sus poros y tienen espículas que facilitan su anclaje al hueso.
- Las últimas cuñas fabricadas son de poro ancho, de alta resistencia y están optimizadas para el uso de agujas (llamadas KW-HR por sus siglas en inglés “*Kirschner Wire High Resistence*”). Estas cuñas permiten además una aplicación más fácil si existiera luxación rotuliana concomitante y tienen las espículas para anclarse mejor al hueso. Las cuñas de avance superior o igual a 7,5 mm permiten el paso de agujas de 2 mm de diámetro, mientras que las de avance inferior o igual a 6 mm permiten el paso de agujas de 1,5 mm (Figura 55) (Artiles et al., 2018; Crovace et al., 2018; Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).



**Figura 55:** Detalle de los diferentes tipos de cuñas propuestas por Biosurgex. **a.** Cuña de poro pequeño. **b.** Cuña de poro ancho alta resistencia. **c.** Cuña de alta resistencia y optimizadas para uso de agujas (Imágenes obtenidas del Instituto Tecnológico de Canarias y Biosurgex, 2019).

En el momento de estabilizar la TT, la polivalencia de estas cuñas puede resultar muy útil, pudiéndose aplicar en una trasposición de la TT si existe luxación de rótula, o en caso de imprevistos que precisen la estabilización con una aguja o con cerclajes como la presencia de una fisura distal de la TT o la realización de una osteotomía muy craneal (Artiles et al., 2018; Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).

Las placas desarrolladas originalmente por el ITC han ido evolucionando al igual que las cuñas. La primera placa descrita, placa clásica, fue de titanio (Ti CP Grado 4, ISO 5832-2) con dos orificios en la parte proximal y uno en la parte distal. Los tamaños comercializados fueron 4R, 4M, 4L, 7S, 7M, 7L, 8S y 8L en orden creciente de tamaño, donde los números representan el ancho de cada placa y las letras hacían referencia al tamaño. Así, S es pequeña, M es mediana y L es grande. La letra R es para diferenciar la única placa que es recta (Figuras 56a y 56b).

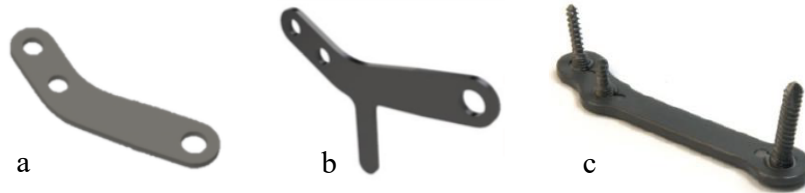


**Figura 56:** Detalle de los diferentes tamaños de la primera generación de placas propuestas por el ITC (Imagen de la derecha obtenida de Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).

En la placa clásica, los orificios proximales son de 2,2 mm de diámetro en las placas 4R, 4M y 4L, de 2,9 mm en las placas 7S, 7M y 7L y de 3,7 mm en las placas 8S y 8L. El orificio distal es de 2,2 mm en la placa 4R, de 2,9 mm en las 4L y 4M, de 3,7 mm en las 7S, 7M y 7L y de 4,2 mm en las 8S y 8L. Todas las placas tienen un mm de espesor, lo que permite moldearlas fácilmente a la forma del hueso de cada animal (Figura 57a). Además, la misma placa se puede emplear en el lado derecho o izquierdo del animal, simplemente dándole la vuelta a la misma.

Posteriormente, se han desarrollado otros modelos de placas. El primero consiste en una placa con una pestaña ubicada cranealmente para prevenir avulsiones de la TT tras la

fisura distal de la misma (Figura 57b) y el segundo en una placa bloqueada poliaxial reforzada que se recomienda especialmente en perros grandes y gigantes por prevenir el aflojamiento de tornillos de la TT (Figura 57c) (Artiles et al., 2019; Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).



**Figura 57:** Detalle de las diferentes placas para la TTA Porosa comercializadas por Biosurgex-ITC. **a.** Placa clásica. **b.** Placa con pestaña craneal. **c.** Placa bloqueada poliaxial (Imágenes obtenidas de Instituto Tecnológico de Canarias y Biosurgex, 2019).

Las placas con pestaña craneal se comercializan en todos los tamaños, desde la 4R hasta la 8L, y para diferenciarlas llevan una T al final de la nomenclatura, por lo que se las llama 4R-T, 4M-T, 4L-T, 7S-T, 7M-T, 7L-T, 8S-T y 8L-T. La pestaña que llevan debe ser doblada y adaptada a la forma de la TT craneal de cada animal y los orificios están hechos para tornillos de cortical estándar (Figura 57b) (Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).

Las placas bloqueadas, en cambio, se distribuyen solo en tamaños 7S, 7M, 7L, 8S y 8L y son específicas para las extremidades derechas o izquierdas, porque la guía solo se puede enroscar en uno de los lados de la placa. Esta guía se puede angular hasta 15° para dirigir los tornillos a una posición concreta, de ser necesario (Artiles et al., 2019).

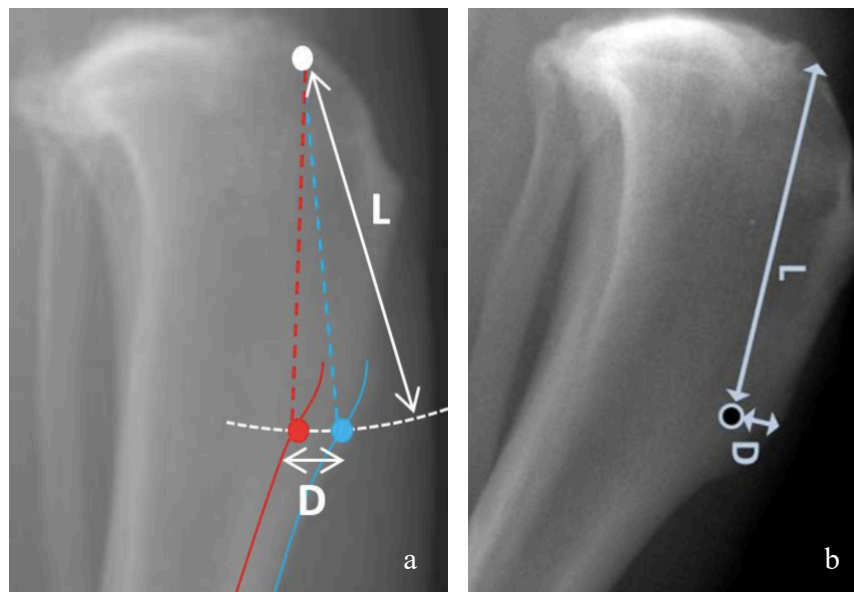
Los tornillos empleados en esta técnica son de titanio y autorroscantes en las variantes con placa estándar y placa con pestaña, y bloqueados autorroscantes en la variante con placa bloqueada poliaxial.

## b) Técnica quirúrgica

Desde que fue descrita en el 2014, la TTA Porosa ha tenido una evolución a la par con los avances realizados sobre la RLCCr. En primer lugar, al igual que en todas las técnicas, se realiza una proyección ML de la rodilla afectada a 135° y con los cóndilos

correctamente posicionados para determinar el avance necesario y determinar al número que permitirá la elección de la cuña ideal para el perro a tratar. Es importante saber que este número solo determina el avance de la cuña. La anchura de la misma se estima con una proyección radiológica CdCr, pero realmente solo podrá ser determinada intraoperatoriamente con un medidor de profundidad. Como en otras técnicas descritas previamente, la proyección ML también sirve para determinar el punto donde realizar el orificio de distracción o de Maquet.

En esta técnica, la determinación del orificio de Maquet es importante. Para prevenir fracturas de la TT o de la diáfisis de la tibia, la dirección de la osteotomía no debe estar orientada hacia la diáfisis, sino hacia el borde craneal de la TT (Figura 58). Para ello Biosurgex propone el uso de la guía de corte, ya que viene graduada para ubicar longitudinalmente y mediolateralmente el orificio (Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).



**Figura 58:** Detalle de la correcta ubicación del orificio de distracción.

- a.** Para realizar el orificio de Maquet se debe tomar como referencia el final de la TT, donde cambia la dirección del borde craneal de la tibia (punto azul). La longitud L representa la longitud de la TT y determina la dirección de la osteotomía. Cranealmente se debe tomar en cuenta el espesor de la cortical craneal y el diámetro de la broca seleccionada para realizar el orificio de distracción (distancia D). El orificio debe ubicarse en el punto rojo de la imagen. **b.** Estas medidas sirven de guía, se miden en las radiografías y deben ser reproducidas intraoperatoriamente para determinar el punto exacto (círculo negro) donde realizar el orificio de distracción (Imágenes obtenidas del Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).



Intraoperatoriamente, una vez practicado el abordaje craneomedial de la porción proximal de la tibia se realiza el orificio de distracción con la ayuda de la guía de corte, midiendo las distancias que se habían determinado en la planificación previa. El diámetro de la broca empleada será de 2,5 mm en perros grandes, de 2 mm en perros medianos, de 1,5 mm en perros pequeños y de 1,1 mm en perros de raza miniatura (menos de 3 Kg). Durante la realización del orificio es importante mantenerse siempre perpendicular al plano de la tibia e ir irrigando la broca para evitar necrosis ósea por sobrecalentamiento (Figura 59) (Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).

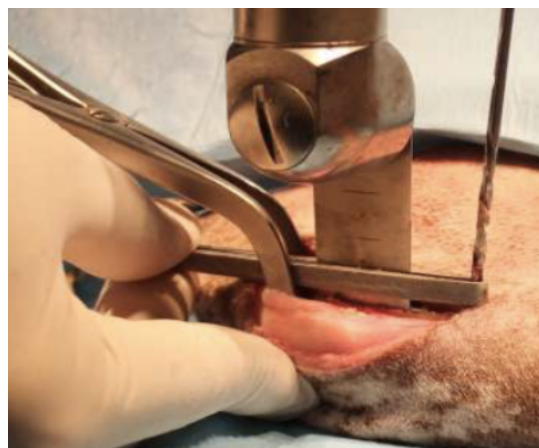


**Figura 59:** Detalle de la realización del orificio de distracción (Imágenes obtenidas del Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).

A continuación, se realiza una pequeña artrotomía en la porción proximal de la tibia donde se ha decidido que va a llegar la osteotomía. Normalmente se realiza a la misma altura de la protuberancia craneal al tendón del M. extensor digital largo situado en la cara lateral de la tibia. Una vez localizado, se inserta el distractor en ese punto y al abrirlo se puede deslizar dentro de él la guía de corte previamente fijada a nivel distal con la broca del orificio de distracción. De esa manera la osteotomía seguirá la planificación previa y se evitará que lesione el Lig. rotuliano o que la línea de corte sea muy craneal o muy caudal (Figura 60) (Castañón García, 2015).

La guía de corte empleada no permite la realización completa de la osteotomía distal de la TT porque la sierra contacta con la broca que fija la guía de corte. Por esta razón, el corte debe terminarse a nivel distal sin la ayuda de la misma. A continuación, se insertan las palas de la punta del distractor en la porción proximal de la osteotomía y se empieza a realizar una distracción progresiva a la velocidad aproximada de 1 mm por minuto, hasta llegar a 1 o 2 mm más del avance calculado (Figura 61a).

Para la elección definitiva de la cuña a utilizar se debe medir la profundidad de la osteotomía a nivel proximal y en sentido mediolateral con la ayuda de un medidor de profundidad. Para la correcta colocación de la cuña, esta debe ser introducida cuidadosamente en el defecto creado hasta que su porción medial sobresalga de 1 a 2 mm sobre la cortical medial de la tibia y conseguir que se apoye en ella. Además, es importante que la cuña se ubique lo más proximal posible sin invadir la articulación, para evitar el efecto pivote en caso de una fractura de la TT. La porción distal de la cuña puede recortarse y adaptarse a la forma de la osteotomía. Una vez colocada la cuña, se debe retirar el distractor y realizar el test de compresión tibial para verificar que es negativo (Figura 61b) (Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).



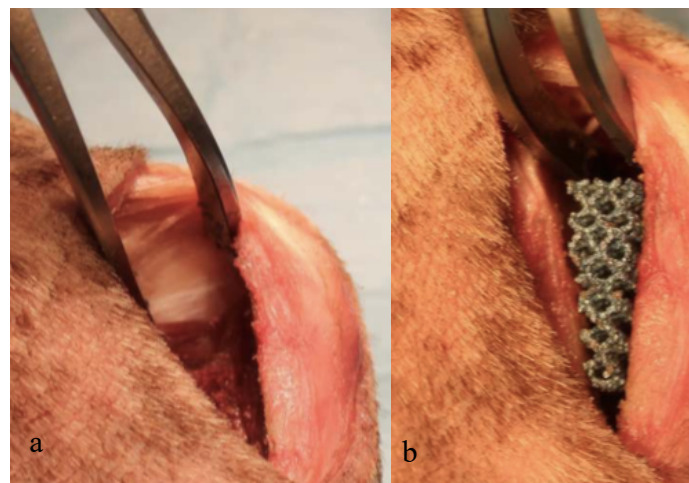
**Figura 60:** Detalle de la realización de la osteotomía con la ayuda de la guía de corte encajada en el distractor y en la broca del orificio de distracción (Imagen obtenida del Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).

El siguiente paso de la técnica consiste en seleccionar la placa adecuada para que el orificio de distracción y el tornillo distal no queden a la misma altura y para que los dos tornillos proximales queden colocados en la zona con más tejido óseo de la TT. A veces



es necesario moldear la placa ligeramente, para que se adapte a la forma de la cara medial de la tibia.

El primer tornillo que se posiciona es de la diáfisis tibial, que se coloca caudodistalmente al extremo distal de la osteotomía y lo más centrado posible. Cuando se atornilla no debe ser roscado hasta el fondo, para que permita la rotación de la placa y así buscar la mejor ubicación para los tornillos de la TT. Los tornillos proximales deben estar en la zona más ancha de la TT, para evitar fracturas de la misma. Una vez roscado el primer tornillo proximal, se puede también roscar hasta el fondo el tornillo distal localizado en la diáfisis tibial (Figura 62). El cierre se realiza por planos, intentando cubrir totalmente los implantes con la fascia crural, y luego con el tejido subcutáneo y la piel. El abordaje es muy poco invasivo por lo que se respeta mucho la vascularización y, de esta manera, la cicatrización del defecto se ve muy acelerada (Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex, 2019).

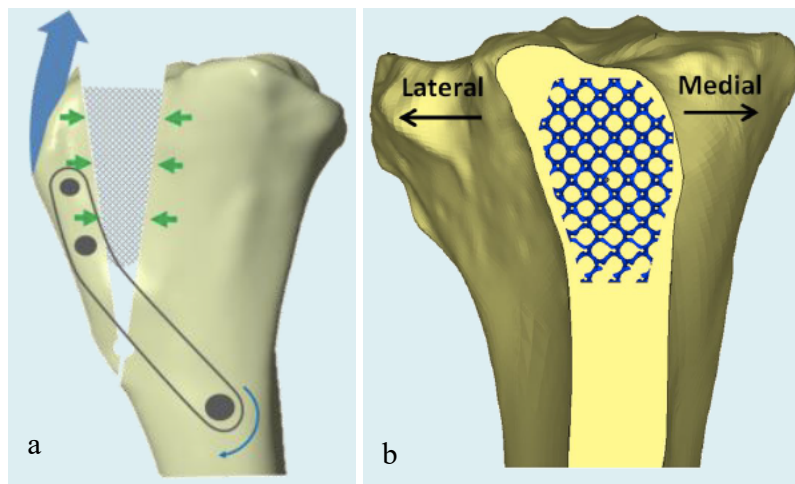


**Figura 61:** Detalles intraoperatorios de la distracción y colocación de la cuña.  
**a.** Finalización de la distracción progresiva hasta llegar a 1 o 2 mm más del avance calculado. **b.** Colocación de la cuña (Imágenes obtenidas de Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).

El tornillo distal tiene una función pivote que transforma la fuerza de tracción del Lig. rotuliano en una fuerza de compresión, comportándose como una bisagra y estimulando así la formación de hueso (Figura 63a). La cuña debe ser colocada correctamente con la parte más redondeada hacia medial (Figura 63b).



**Figura 62:** Detalle del posicionamiento de la placa después de atornillar completamente los tornillos proximal y distal (Imagen obtenida del Instituto Tecnológico de Canarias, 2013).



**Figura 63:** Esquemas de la correcta posición de los implantes de la técnica TTA Porosa de Biosurgex-ITC. **a.** Correcta posición de la placa en proyección ML. **b.** Correcta posición de la cuña en proyección CdCr (Imágenes obtenidas del Instituto Tecnológico de Canarias y Biosurgex, 2019).

#### 4.3.3.11. TTA de DePuy Synthes

En el año 2016 la casa comercial DePuy Synthes (DePuy Synthes Johnson & Johnson Medical Devices Companies, 1301 Goshen Parkway, West Chester, PA 19380, Estados Unidos) comercializó un sistema que tiene como particularidad una caja de polieterecetona (PEEK) y una placa con tornillos bloqueados en la TT. Esta última tiene la finalidad de distribuir mejor la carga entre la placa y el hueso, manteniendo la estabilidad y permitiendo una cicatrización segura de la TT (Figura 64).



**Figura 64:** Detalle de la placa con tornillos bloqueados en la zona proximal y sin bloqueo en la zona distal del sistema De Puy Synthes (Imagen obtenida de DePuy Synthes, 2016).

El sistema bloqueado permite la colocación de la placa sin la necesidad de un moldeo perfecto al hueso, lo cual puede ser una enorme ventaja en animales que tienen la porción proximal de la tibia más inclinada hacia lateral o cuando se requiere hacer una trasposición lateral de la TT por luxación de rótula medial. En estas ocasiones la empresa proporciona un accesorio que se puede colocar en la caja y crear así la lateralización correcta de la parte proximal.

Otro aspecto que también destaca de esta técnica es el material con el que está fabricada la caja (Figura 65). El PEEK se trata de un material biocompatible usado ya desde hace algunos años en medicina humana, que tiene la característica de ser radiolúcido y tiene una rigidez similar a la del hueso. Esto permite una mejor visualización del resultado final en las radiografías postquirúrgicas y además permite el corte intraoperatorio de la caja si fuera necesario un ajuste de tamaño intraoperatorio (DePuy Synthes, 2016).



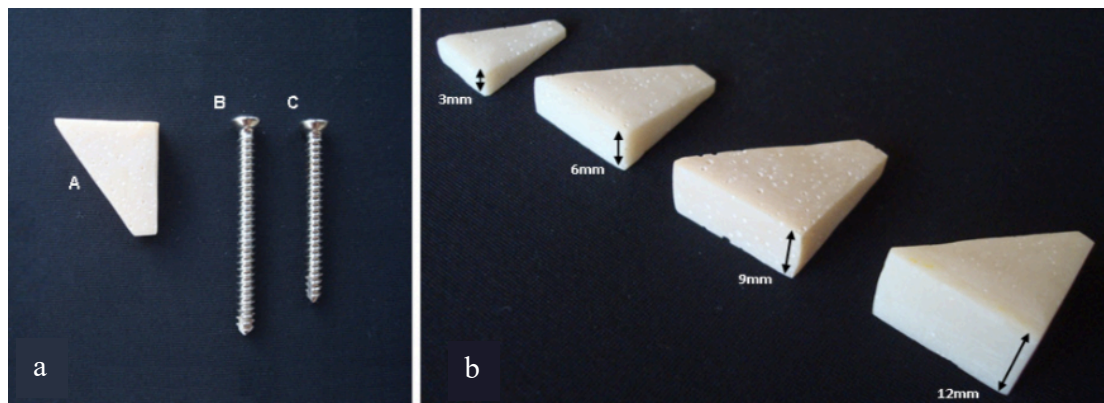
**Figura 65:** Detalle de la caja de PEEK: nótese la graduación en la caja que permite el corte a la altura deseada y el accesorio que permite lateralizar la TT del sistema DePuy Synthes (Imagen obtenida de DePuy Synthes, 2016).

La técnica quirúrgica de colocación es igual que la técnica clásica de Kyon. El procedimiento sigue los mismos pasos, pero con implantes propios (DePuy Synthes, 2016).

#### 4.3.3.12. TTA de Medeiros y colaboradores

En 2016, Medeiros y colaboradores publicaron un artículo describiendo una técnica para la TTA que nombraron mTTA (de sus siglas en inglés “*modified Tibial Tuberosity Advancement*”). Esta técnica consiste en reemplazar la caja original por un polímero de poliuretano, que puede ser recortado intraoperatoriamente y tiene características de biocompatibilidad y radiolucidez similares al PEEK de la técnica de DePuy Synthes descrita en el apartado anterior (Figura 66).

Además de esta particularidad, la mTTA recoge la idea de fijación de la TT con tornillo colocado con dirección de craneal a caudal, que había sido descrita por Testoni y colaboradores en 2009 y Fariña y colaboradores en 2011 en la TTAM, y que simplifica drásticamente la realización de la cirugía (Medeiros et al., 2016).



**Figura 66:** Detalle de los implantes usados en la mTTA.  
**a.** Polímero y tornillos corticales. **b.** Diferentes tamaños de polímeros  
(Imágenes obtenidas de Medeiros et al., 2016).

Técnicamente la realización de la cirugía es la misma que la de cualquier variante de la MMT hasta el momento de la colocación del polímero, lo que difiere en este punto es que para fijar toda la estructura se colocan dos tornillos de manera craneocaudal.

En esta técnica se detectaron complicaciones postoperatorias como la rotura de tornillos (20%) y la extracción de los mismos por infección (20%), pero estos datos fueron recogidos de un total de 15 rodillas operadas, lo cual sugiere que se necesitan más estudios para poder validar la técnica. En la figura 67 se pueden observar 3 imágenes mostrando la evolución de un caso operado con esta técnica. La primera corresponde al

postoperatorio inmediato, la segunda a su alta en el día 120 y la tercera corresponde a un control a los 5 años de la cirugía (Medeiros et al., 2018).



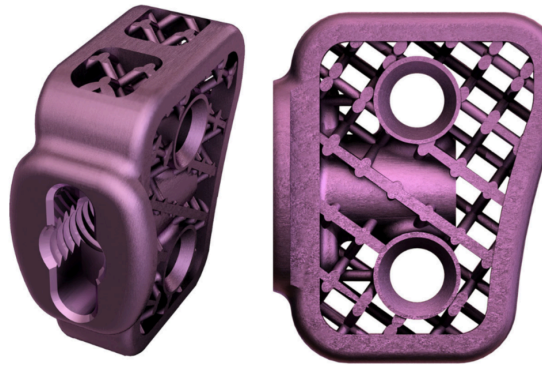
**Figura 67:** Estudio radiológico (proyecciones ML) de una rodilla intervenida mediante una mTTA. **a.** Radiografía realizada en el postoperatorio inmediato. **b.** Radiografía realizada a los 120 días. **c.** Radiografía realizada a los 5 años de la cirugía (Imágenes obtenidas de Medeiros et al., 2018).

#### 4.3.3.13. TTA CF

Con el objetivo de disminuir el número de implantes y de simplificar la técnica, Zhalniarovich y colaboradores probaron en 2018 una nueva caja de titanio para el adelantamiento de la TT (Figura 68). En el trabajo publicado se describe que la cuña se fija al resto de la tibia con dos tornillos colocados desde craneal, por lo que llamaron a la técnica TTA CF (del inglés “*Cranial Fixation*”). Esta técnica emplea una guía para realizar los orificios en la porción craneal de la TT donde se situarán los tornillos y así se aseguran que encajen perfectamente en la caja (Figura 69) (Zhalniarovich et al., 2018a).

El estudio mostró resultados muy prometedores, con una tasa de complicaciones (20%) dentro del rango promedio de las técnicas de TTA descritas anteriormente, aunque fue realizado en un reducido número de ovejas y en un perro de raza bulldog, por lo que los autores recomiendan estudiarlo con una población mayor antes de validarlo como una técnica para el tratamiento de la RLCCr en perros (Adamiak et al., 2018; Zhalniarovich et al., 2018b). En la figura 70 se puede ver el seguimiento radiológico de una TTA CF hasta 70 días después del procedimiento quirúrgico (Zhalniarovich et al., 2018a).

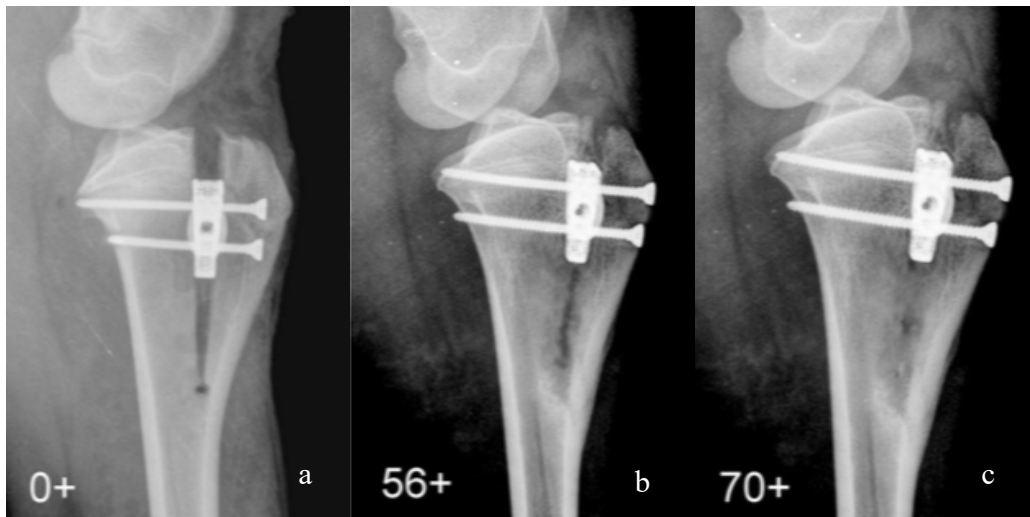




**Figura 68:** Detalle de la caja empleada en la TTA CF (Imagen obtenida de Zhalniarovich et al., 2018a).



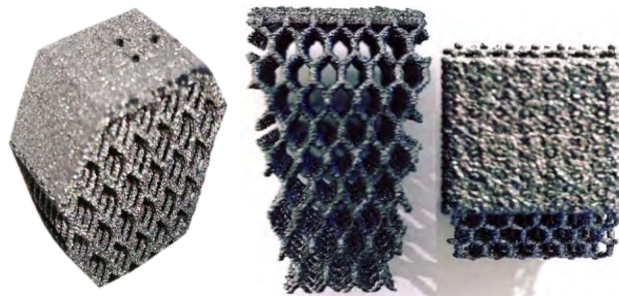
**Figura 69:** Detalle de la técnica TTA CF. **a.** Guía para la perforación de los orificios. **b.** Imagen intraoperatoria de la utilización de la guía (Imágenes obtenidas de Zhalniarovich et al., 2018a).



**Figura 70:** Estudio radiológico (proyecciones ML) de una rodilla tratada con una TTA CF. **a.** Radiografía realizada inmediatamente después de la cirugía. **b.** Radiografía realizada a los 56 días. **c.** Radiografía realizada a los 70 días. Nótese la cicatrización ósea progresiva en el espacio creado por la osteotomía (Imágenes obtenidas de Zhalniarovich et al., 2018a).

#### 4.3.3.14. X-Porous TTA de Ad Maiora srl

Al igual que la mayoría de los implantes que se han descrito anteriormente, los que propone la casa comercial Ad Maiora srl (en adelante Ad Maiora)(Ad Maiora srl, Via della Costituzione, 10, 42025 Cavriago RE, Italia), se adaptan a una variante de la MMT. Este sistema es innovador por que las cuñas de titanio poroso tienen un refuerzo en la parte del techo (Figura 71). Las cuñas están disponibles con anchos de 3, 4,5, 6, 7,5, 9, 10,5, 12, 13,5 y 15 mm, y con diferentes profundidades.



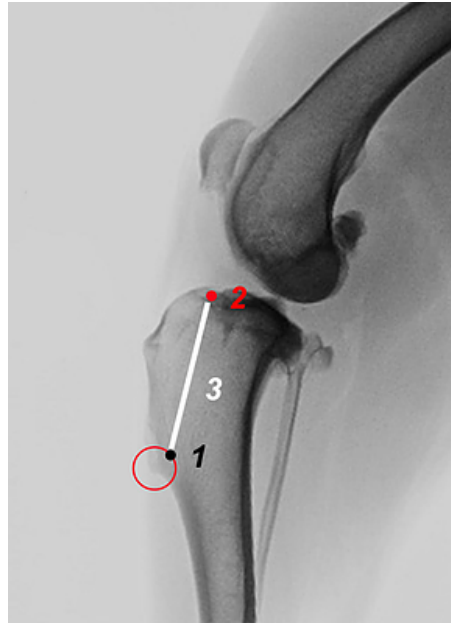
**Figura 71:** Detalle de las cuñas de la técnica X-Porous TTA  
(Imágenes obtenidas de Ad Maiora, 2018).

Las placas presentan distintos tamaños, siendo su numeración en orden creciente 4S, 4M, 4L, 7S, 7M, 7L, 8S y 8L. Todas tienen un orificio para el tornillo distal (el de la diáfisis de la tibia), pero a nivel proximal la placa 4S tiene dos orificios y el resto de tamaños de placas tienen tres orificios. Para los tamaños 7S, 7M, 7L, 8S y 8L hay una versión con tornillos bloqueados en la TT (Figura 72) (Ad Maiora, 2018).



**Figura 72:** Detalle de las placas X-Porous TTA  
(Imágenes obtenidas de Ad Maiora, 2018).

La técnica de colocación tiene algunas particularidades. En los cálculos preoperatorios, además de medir el avance necesario, recomienda el cálculo del sitio exacto para empezar proximalmente y terminar distalmente la osteotomía (Figura 73). También recomienda medir la distancia entre la prominencia ósea craneal al surco extensor y el punto más craneal de la TT (Figura 74). Posteriormente estas mediciones servirán de referencias intraoperatoriamente (Ad Maiora, 2018).

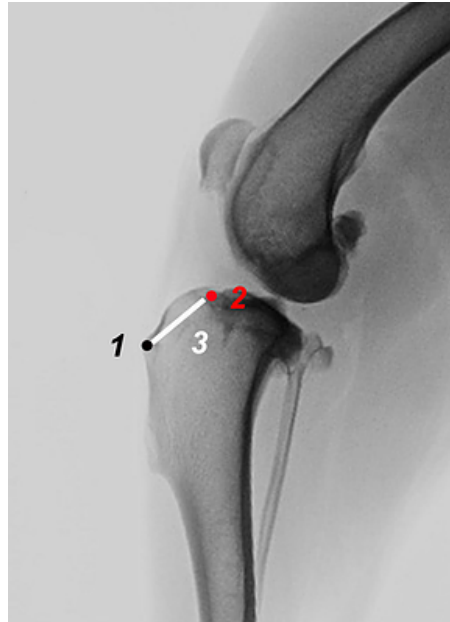


**Figura 73:** Detalle del punto más distal de la osteotomía (1) y de la prominencia ósea del surco extensor (2). El punto 1 debe definirse con la ayuda de un círculo (círculo en rojo), cuyo centro es el ápice distal de la TT y cuyo radio es el ancho de la cortical de la diáfisis tibial caudal a la TT (Imagen obtenida de Ad Maiora, 2018).

Para la realización de la osteotomía incompleta se usa una guía de corte que se fija a la tibia a través de 2 agujas de Kirschner de 1 mm de diámetro. En primer lugar se coloca intraarticularmente una aguja de 1,5 mm de diámetro apuntando lateralmente hacia la prominencia ósea craneal al surco extensor (punto 2 de la Figura 73) (Esta aguja posteriormente se retirará). En este momento quirúrgico se recomienda medir que la distancia entre la aguja y la zona más craneal de la TT corresponda con la medida preoperatoria calculada anteriormente. En este momento se coloca la aguja proximal empleada para fijar la guía unos milímetros más distal, en el hueso, en la zona proximal de la tibia, paralela y en el mismo plano sagital a la aguja anterior. La aguja caudal se coloca como se explica en la figura 73, correspondiendo a la ubicación del punto 1.



Después de realizar la distracción, en los casos en los que hubiese dificultad en insertar la cuña en la osteotomía, se recomienda la introducción de la misma con la ayuda de un impactador y un martillo (Figura 75) (Ad Maiora, 2018).



**Figura 74:** Detalle de la medición de la distancia (3) entre la prominencia ósea craneal al surco extensor (2) y el punto más craneal de la TT (1) (Imagen obtenida de Ad Maiora, 2018).



**Figura 75:** Detalle de la introducción de la cuña en la osteotomía con la ayuda de un impactador (Imagen obtenida de Ad Maiora, 2018).

En los casos en los que sea necesario usar una placa bloqueada recomiendan el uso de las guías de perforación en el momento de la realización de los orificios, para asegurar su colocación a 90° (Figura 76). El resto de la técnica es muy similar a otras técnicas de TTA teniendo una imagen postoperatoria como indica la figura 77.



**Figura 76:** Detalle de la guía de perforación de la X-Porous TTA (Imagen obtenida de Ad Maiora, 2018).

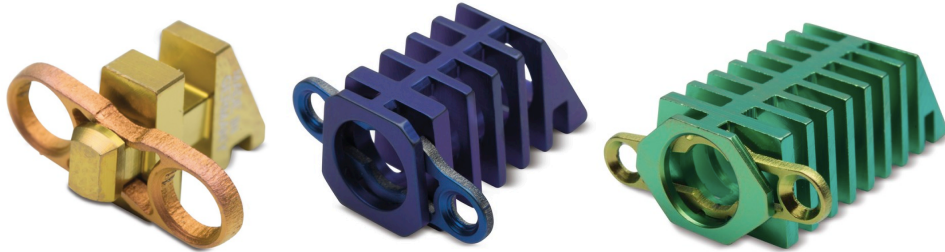


**Figura 77:** Detalle de la proyección ML postoperatoria de una rodilla intervenida con una X-Porous TTA (Imagen obtenida de Ad Maiora, 2018).

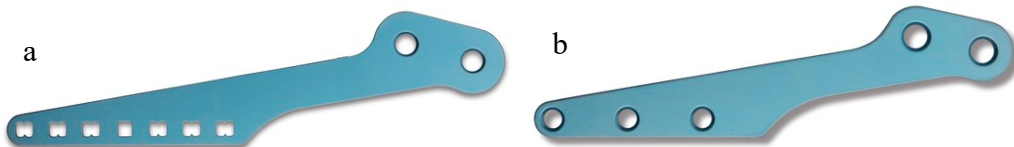
#### 4.3.3.15. TTA Eickemeyer® Veterinary Equipment Ltd

Recientemente la casa comercial Eickemeyer® Veterinary Equipment Ltd (en adelante Eickemeyer®)(Eickemeyer® Veterinary Equipment Ltd, Windmill Business Village, Brooklands Cl, Sunbury-on-Thames TW16 7DY, Reino Unido) ha comercializado unos implantes que están muy relacionados con los de la casa comercial Kyon. Se trata de implantes muy similares en cuanto a cajas, peines y placas, aunque además proponen la opción de una placa para tornillos en la TT en vez del peine, como en la placa X-GEN de

Securos (Figuras 78 y 79). Todos los implantes son de titanio. No tienen investigaciones realizadas, pero al estar basados en los principios de la primera técnica de adelantamiento, pueden ser tomados en consideración para estudios posteriores (Eickemeyer, 2019).



**Figura 78:** Detalle de las cajas comercializadas por Eickemeyer (Imágenes obtenidas de Eickemeyer, 2019).



**Figura 79:** Detalle de las placas para peine o para tornillos de Eickemeyer (Imágenes obtenidas de Eickemeyer, 2019).

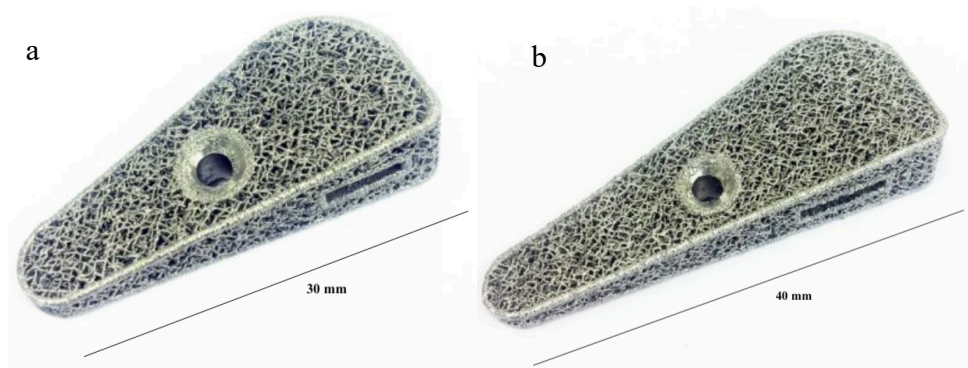
#### 4.3.3.16. TTA Fusion

La TTA Fusion nace en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Liverpool en 2013. Esta técnica propone realizar el avance con una cuña de titanio poroso que permite el paso de una aguja, con el mismo concepto que la MMP, siendo la estabilización del sistema mediante el empleo de una placa colocada en la zona craneal de la TT.

Los implantes son comercializados por la empresa Fusion Implants (Fusion Implants, 181, Harrison Hughes Building, University of Liverpool, Brownlow Hill, Liverpool L69 3GH, Reino Unido). Las cuñas tienen medidas de 6, 7,5, 9, 10,5 y 12 mm por 30 mm de longitud para perros de razas medianas y de 6, 7,5, 9, 10,5, 12, 13,5 y 15 mm por 40 mm de longitud para perros de razas grandes (Figura 80) (Fusion Implants, 2019).

Las placas de esta técnica presentan tres longitudes: 40, 50 y 60 mm según la necesidad de cada tibia (Figura 81). Deben ser moldeadas para adaptarse a la forma de la TT y se

fijan proximalmente con una aguja y distalmente con un tornillo colocado de craneal a caudal (Figura 82) (Fusion Implants, 2019).



**Figura 80:** Detalle de la cuña de la TTA Fusion. **a.** Cuña de 30 mm para razas medianas. **b.** Cuña de 40 mm de longitud para razas grandes (Imágenes obtenidas de Fusion Implants, 2019).



**Figura 81:** Detalle de las placas de la TTA Fusion (Imagen obtenida de Fusion Implants, 2019).



**Figura 82:** Proyección ML postoperatoria de una TTA Fusion. Detalle de la colocación craneocaudal de la aguja y del tornillo para la fijación de la placa (Imagen obtenida de Fusion Implants, 2019).

La misma casa propone también una técnica que nombran “*Standard*” TTA que consiste en usar una caja de titanio poroso con dos tornillos (Figura 83) y una placa que se coloca por la cara medial de la tibia (Figura 84). Se trata de una variación de la TTA clásica. Las placas empleadas se comercializan con 2 orificios distales y proximalmente pueden tener de 2 a 8 orificios. Lo novedoso de esta variante de TTA es la fusión entre el titanio poroso y la fijación de la caja con tornillos a la tibia. Esta caja viene en los mismos tamaños que la cuña para razas grandes de la misma casa (Fusion Implants, 2019).



**Figura 83:** Detalle de la caja de la “*Standard*” TTA de Fusion Implants (Imagen obtenida de Fusion Implants, 2019).



**Figura 84:** Detalle de la placa de la “*Standard*” TTA de Fusion Implants (Imagen obtenida de Fusion Implants, 2019).

#### 4.3.4. Complicaciones peri y postoperatorias

Toda técnica quirúrgica tiene complicaciones peri y postoperatorias. En el caso de la TTA es de gran importancia la curva de aprendizaje del cirujano. Este hecho se resalta en todos los estudios, confirmandose que cuanta más experiencia tiene el equipo quirúrgico, menos complicaciones peri y postoperatorias se presentan en el paciente. Esta es la razón por la que es muy difícil comparar técnicas entre sí y, por este motivo las casas comerciales intentan simplificar y estandarizar cada vez más sus implantes para disminuir el error cometido por las personas (Etchepareborde, 2014).

Las complicaciones de las diferentes técnicas de TTA han sido descritas ampliamente y pueden clasificarse de muchas maneras, pero la más común es dividir las en menores y mayores. Las complicaciones mayores son las que requieren una reintervención quirúrgica para su resolución y las menores son las que se tratan de manera conservadora. Por razones obvias, las complicaciones mayores son las que más preocupan, pero las menores también pueden llegar a ser un problema más o menos grave si no son tomadas en cuenta a tiempo.

Otra manera de clasificarlas es diferenciando el momento en el que se produjeron. En este caso se dividen en perioperatorias y postoperatorias a corto y largo plazo, considerando las perioperatorias como las que se presentan alrededor del momento de la cirugía (Lafaver et al., 2007).

Las complicaciones deben ser interpretadas de una manera cautelosa, porque no existe una estandarización del método investigador, pues cada uno de los estudios que las describen se realizó en diferentes condiciones, con diferentes métodos subjetivos u objetivos de evaluación y con mayores o menores errores de la técnica quirúrgica según la curva de aprendizaje de cada cirujano. Sea cuál sea la clasificación que se use, se debe siempre valorar las complicaciones con un ojo crítico lo más objetivamente posible, porque pueden inducir a validar o descartar erróneamente una técnica. (Etchepareborde, 2014).

Como regla general, en los estudios realizados en la última década, hablando de todas las técnicas de TTA, las complicaciones mayores fluctúan entre 0-19% con excepción de los estudios realizados en perros de raza Bóxer, en los que las complicaciones mayores suponen hasta el 38,9% (Kemper et al., 2011; Steinberg et al., 2011; Wolf et al., 2012; de Lima Dantas et al., 2016; Costa et al., 2017; Dyall y Schmökel, 2017; Beer et al., 2018; Lefebvre et al., 2018; Retallack y Daye, 2018).

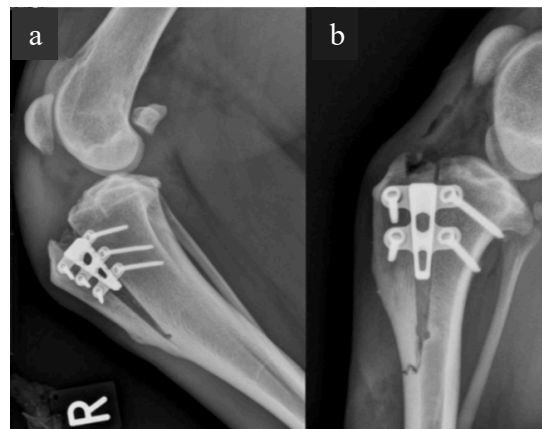
Las complicaciones que involucran fracturas y fisuras de la TT y de la tibia son las que presentan más riesgos para la salud del paciente y su porcentaje de presentación oscila entre el 3 y el 9% (Calvo, 2016). Están presentes dentro de las complicaciones perioperatorias, pero también en las postoperatorias. Este tipo de fracturas y fisuras

pueden dar complicaciones menores, cuando la fractura o fisura involucra la TT distal y es longitudinal, por lo que puede no requerir una segunda cirugía, o mayores, cuando la fractura o fisura es transversa en la zona media de la TT o involucra a la diáfisis de la tibia (Musté Rodríguez, 2013; Calvo, 2016; Dyall y Schmökel, 2017; Beer et al., 2018; Lefebvre et al., 2018; Retallack y Daye, 2018).

#### 4.3.4.1. *Complicaciones perioperatorias*

Las complicaciones perioperatorias son las que se presentan alrededor del momento de la cirugía, incluyen las intraoperatorias y las postoperatorias a corto plazo. El tiempo que define el corto plazo varía enormemente según los autores, algunos consideran perioperatorio las pocas horas posteriores a la cirugía, otros los tres días y algunos incluso alargan este periodo hasta los tres meses postquirúrgicos (Cook et al., 2010a).

Dentro de las complicaciones perioperatorias, consideradas como las intraoperatorias y las que se producen pocas horas después de la cirugía, las más comúnmente descritas son la fisura o fractura de la TT al colocar el peine o los tornillos en la técnica clásica de la TTA y la fractura o fisura de la cortical distal en la MMT y sus variantes con osteotomía incompleta de la TT (Figura 85) (Musté Rodríguez, 2013; Dyall y Schmökel, 2017; Beer et al., 2018; Lefebvre et al., 2018; Retallack y Daye, 2018).



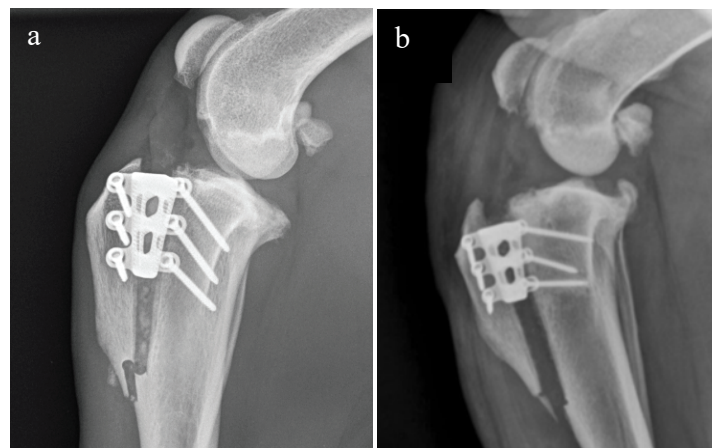
**Figura 85:** Estudio radiográfico de la de la articulación de la rodilla (Proyección ML). **a.** Detalle de una fisura distal al orificio de Maquet perioperatoria. **b.** Detalle de una fractura de la porción proximal y craneal de la TT perioperatoria (Imágenes obtenidas de Samoy et al., 2014).

Menos frecuentemente se pueden producir otras complicaciones: por ejemplo dejar, durante la osteotomía, un fragmento óseo craneal muy estrecho de la TT que luego no permita la correcta colocación de implantes; colocar un tornillo caudal intraarticular cuando se usan cajas con orejas; colocar el tornillo distal de la placa muy caudal con respecto al eje principal de la tibia (Stein y Schmoekel, 2008; Montavon, 2010; Musté Rodríguez, 2013; Boudrieau, 2018).

#### 4.3.4.2. Complicaciones postoperatorias

Las complicaciones postoperatorias pueden a su vez clasificarse de distintas maneras: según el momento en el que se produce la complicación (a corto o largo plazo); dependiendo de si es causada por una fallo mecánico o biológico; según el grado, en mayores o menores (Tuan y Farrell, 2015; Hans et al., 2017).

Las complicaciones que se describen repetidamente en la mayoría de los estudios son la **fisura/fractura distal de la cortical distal de la TT en sentido longitudinal, con y sin avulsión**, en los casos de osteotomía incompleta de la MMT y sus variantes (Figura 86).



**Figura 86:** Estudios radiográficos de la articulación de la rodilla (Proyección ML) en dos pacientes operados con la TTA Rapid que muestran la fractura de la cortical craneal y distal de la tibia con diferente grado de avulsión de la TT. **a.** Avulsión con mínimo desplazamiento. **b.** Avulsión con desplazamiento importante (Imágenes obtenidas de Samoy et al., 2014).

Estas fisuras o fracturas distales longitudinales de la TT son consideradas menores en los casos en los que no existe un desplazamiento muy marcado por lo que muchos autores



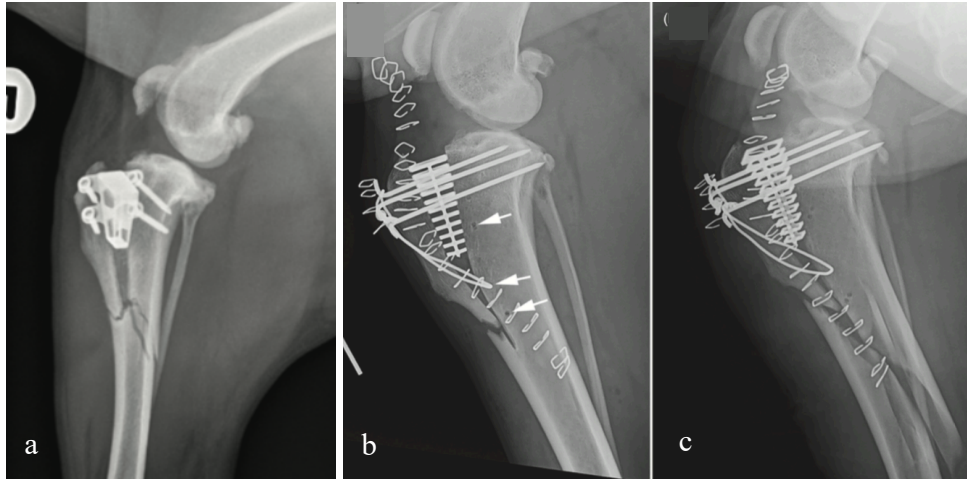
recomiendan el tratamiento conservador, manteniendo reposo y un buen control de la analgesia (Wolf et al., 2012; Samoy et al., 2014).

Otras complicaciones postoperatorias menores descritas son las **infecciones que no llevan a retirada de implantes, las dehiscencias y los seromas**. Estas infecciones se solucionan con tratamiento médico. Las dehiscencias y los seromas generalmente se tratan de manera conservadora y son consideradas complicaciones menores y biológicas. Según algunos autores se puede disminuir considerablemente su incidencia con el uso de sutura para el cierre de la piel, en vez de grapas y con la correcta administración de antimicrobianos en caso de sospechar de un fallo en la asepsia durante la cirugía (Frey et al., 2010; Kemper et al., 2011; Steinberg et al., 2011; Wolf et al., 2012; Ramirez et al., 2015; Tuan y Farrell, 2015; Krotscheck et al., 2016; Costa et al., 2017; Beer et al., 2018; Retallack y Daye, 2018).

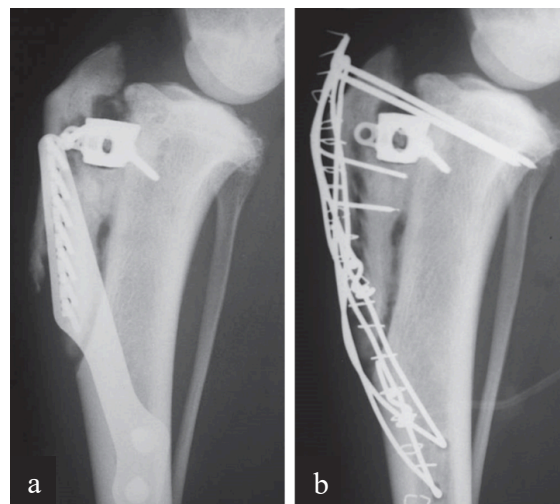
Se ha descrito que las variantes de TTA que usan agujas y banda de tensión en la estabilización de los implantes han tenido como complicación menor, la **molestia del nudo del cerclaje en el tejido subcutáneo y el aflojamiento o doblamiento de la aguja**. En algunos casos esta complicación se ha convertido en mayor por haber necesitado la retirada de los implantes (Ness, 2016).

Como complicaciones mayores y mecánicas postoperatorias están **las fracturas transversas de la porción media de la TT y las de la diáfisis de la tibia**. Estas fracturas están descritas como complicaciones que siempre se reintervienen, por la alta inestabilidad que tienen (Figura 87). Prácticamente todas las técnicas pueden presentarlas, aunque se relacionan más con la curva de aprendizaje del cirujano que con alguna variante en específico (Burns y Boudrieau, 2008; Nutt et al., 2015).

Estas complicaciones se pueden solucionar de distintas maneras según el tipo de fractura que se presente. El empleo de agujas y banda de tensión es el método usado generalmente en los casos en los que hay fracturas transversas de la TT o cuando existe riesgo de avulsión o desplazamiento del fragmento proximal (Figura 88) (Calvo, 2014; Wolf, 2012).



**Figura 87:** Estudios radiográficos de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operadas con diversas técnicas de TTA. Detalles de diversas fracturas de tibia. **a.** Detalle de una fractura de tibia a los 10 días postoperatorios de una TTA Rapid (Imagen obtenida de Butterworth y Kydd, 2017). **b.** Detalle de una fisura caudal de tibia observada en el postoperatorio inmediato de una TTA-2. **c.** Detalle del mismo caso anterior a las 24 horas de la cirugía con una fractura espiroidea de toda la diáfisis tibial (Imágenes b y c obtenidas de Boudrieau, 2018).

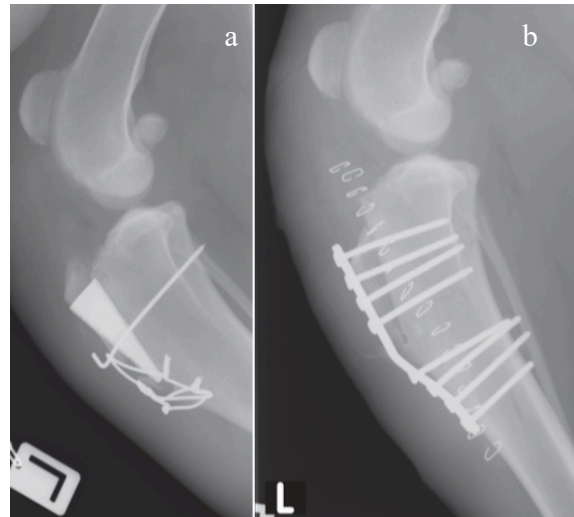


**Figura 88:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operada con la técnica clásica de TTA. Detalle de la resolución de una fractura de TT. **a)** Radiografías que muestran una fractura de TT a las dos semanas. **b)** Posterior resolución con 2 agujas y 2 bandas de tensión (Imágenes obtenidas de Calvo et al., 2014).

Wolf y colaboradores (2012), así como Zhalniarovich y colaboradores (2018), usaron placas de osteosíntesis colocadas en la cara medial de la tibia cuando encontraron fracturas de la diáfisis como complicación mayor. En el estudio de Ramirez y colaboradores (2015), además de la placa por la cara medial, recomiendan el uso de agujas

colocadas de craneal a caudal en aquellos casos en los que haya una fractura longitudinal con o sin desplazamiento.

En un caso en el que tuvieron una fractura transversa de la TT con colapso de la misma, Lorenz y Pettitt (2014), recomendaron el uso de una placa colocada en la cara craneal de la TT (Figura 89).



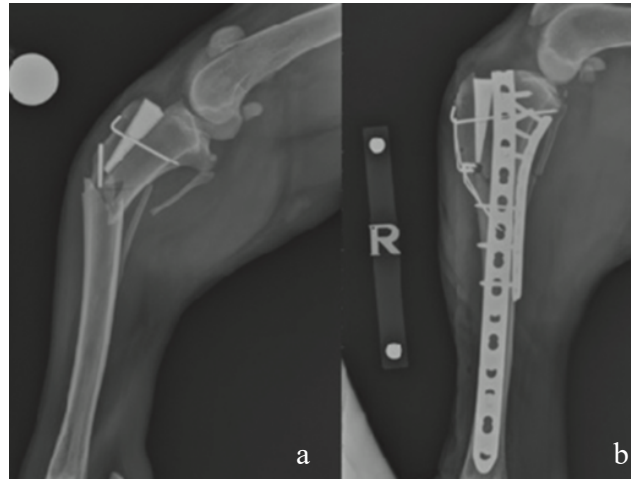
**Figura 89:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operada con la técnica MMP. **a.** Radiografía que muestra una fractura de TT en una MMP a los 10 días de la cirugía. **b.** Detalle de la resolución por medio de una placa de osteosíntesis colocada cranealmente (Imágenes obtenidas de Lorenz y Pettitt, 2014).

En casos muy complicados se pueden usar también placas colocadas ortogonalmente en las zonas medial y caudal para aportar más estabilidad (Figura 90) (De Sousa et al., 2017).

Burns y Boudrieau (2008) indican que si se baja la caja o la cuña para aumentar el avance, o se coloca muy distalmente por error, es posible que se presente una fractura proximal de la TT. Por este motivo, la caja o cuña deben colocarse siempre a escasos milímetros del borde proximal de la tibia, para que el Lig. rotuliano no actúe como palanca favoreciendo la fractura (Figura 91) (Burns y Boudrieau, 2008).

Otras complicaciones mayores frecuentes, indistintamente de la variante de TTA que se haga, son: la **rotura de implantes** (Figura 92) y las **infecciones que conlleven a la retirada de implantes** (Figura 93) (Kemper et al., 2011; Steinberg et al., 2011; Wolf

et al., 2012; Barthelemy et al., 2014; Lorenz y Pettitt, 2014; Samoy et al., 2014; Yap et al., 2015; Barnhart et al., 2016; Arican et al., 2017; Costa et al., 2017; Hans et al., 2017).



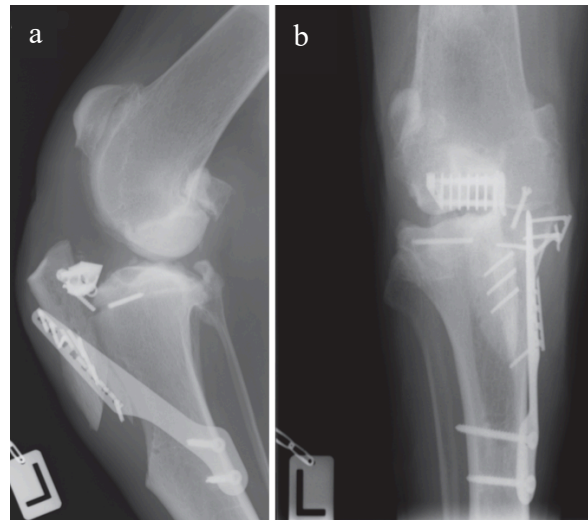
**Figura 90:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operada con la técnica MMP. **a.** Detalle de una fractura de la diáfisis de la tibia en una MMP a las dos semanas de la cirugía. **b.** Detalle de la resolución con dos placas (una medial y una caudal) y una banda de tensión (Imágenes obtenidas de De Sousa et al., 2017).



**Figura 91:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operada con la técnica TTA clásica. **a.** Detalle del control postoperatorio inmediato que muestra la colocación de una caja muy distal. **b.** Detalla de la fractura de la TT causada por ese motivo a las 8 semanas (Imágenes obtenidas de Burns y Boudrieau, 2008).

Algunos autores incluyen dentro de las complicaciones mayores mecánicas postoperatorias el **daño del menisco medial**. Se ha demostrado que contrariamente a lo que sucede en la TPLO, la TTA no altera las cargas en la articulación de la rodilla, y por consiguiente no predispone a la aparición de daño meniscal postoperatorio, por lo que su

hallazgo estaría más determinado por el daño causado por la rotura del ligamento que por la realización de la técnica en sí (Voss et al., 2008; Kim et al., 2009a; Kim et al., 2009b; Kim et al., 2010; Leach et al., 2018).



**Figura 92:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML y CdCr) operados con la TTA clásica que muestra la rotura de implantes a los 12 días de la cirugía. **a.** Proyección ML. **b.** Proyección CdCr (Imágenes obtenidas de Lorenz y Pettitt, 2014).



**Figura 93:** Estudio radiográfico de la articulación de la rodilla (Proyecciones ML) operada con la técnica de TTA de Securos con caja bioabsorbible. **a.** Radiografías a las 9 semanas posoperatorias cuando el paciente presentó una infección por *Staphylococcus pseudointermedius* causada por automutilación de la herida. En este caso se retiraron todos los implantes metálicos y se dejó la caja bioabsorbible (círculo negro). **b.** Imagen a los seis meses que muestra el relleno óseo del defecto casi completo (flecha negra) (Imágenes obtenidas de Barnhart et al., 2016).

Beer y colaboradores (2018) recopilaron los datos presentados en 91 artículos de técnicas modificadoras de la biomecánica en el tratamiento de la RLCCr en perros: 58 trabajos

sobre TPLO, 30 de TTA y 3 comparativos de ambas técnicas. En esta revisión encontraron 7 estudios de TPLO y 3 de TTA que hacían referencia a un Lig. rotuliano más fino tras la realización de la técnica, siendo observado en el 35,7% de las TTA de los 3 estudios revisados por los autores. Carey y colaboradores (2005), así como Kühn y colaboradores (2011), habían ya reportado el riesgo de **desmopatía** tras técnicas biomecánicas de estabilización de la rodilla (TPLO y TTA respectivamente), pero al igual que con las complicaciones descritas anteriormente, este dato debe ser evaluado con cautela porque puede deberse a la comparación con la rodilla inflamada tras la RLCCr (DeSandre-Robinson et al., 2017).

También se ha descrito la **luxación de rótula** como una posible complicación postoperatoria mecánica por Hoffmann y colaboradores (2006) y por Stein y Schmoekel (2008). En ambos estudios se registró un caso de luxación rotuliana postoperatoria, pero esta complicación no ha sido descrita por otros autores.

En la bibliografía se constata que la raza Bóxer parece tener un porcentaje más alto de complicaciones postoperatorias, que incluyen fracturas que necesitan reintervenciones y hasta infecciones (de Lima Dantas et al., 2016).

A largo plazo, muchos autores describen la presencia de cojeras en frío o después del ejercicio intenso en el 10% de los perros operados con una TTA (Dymond et al., 2010; Tuan y Farrell, 2015; Dyll y Schmökel, 2017; Beer et al., 2018).

#### 4.3.5. Cicatrización ósea de la osteotomía realizada

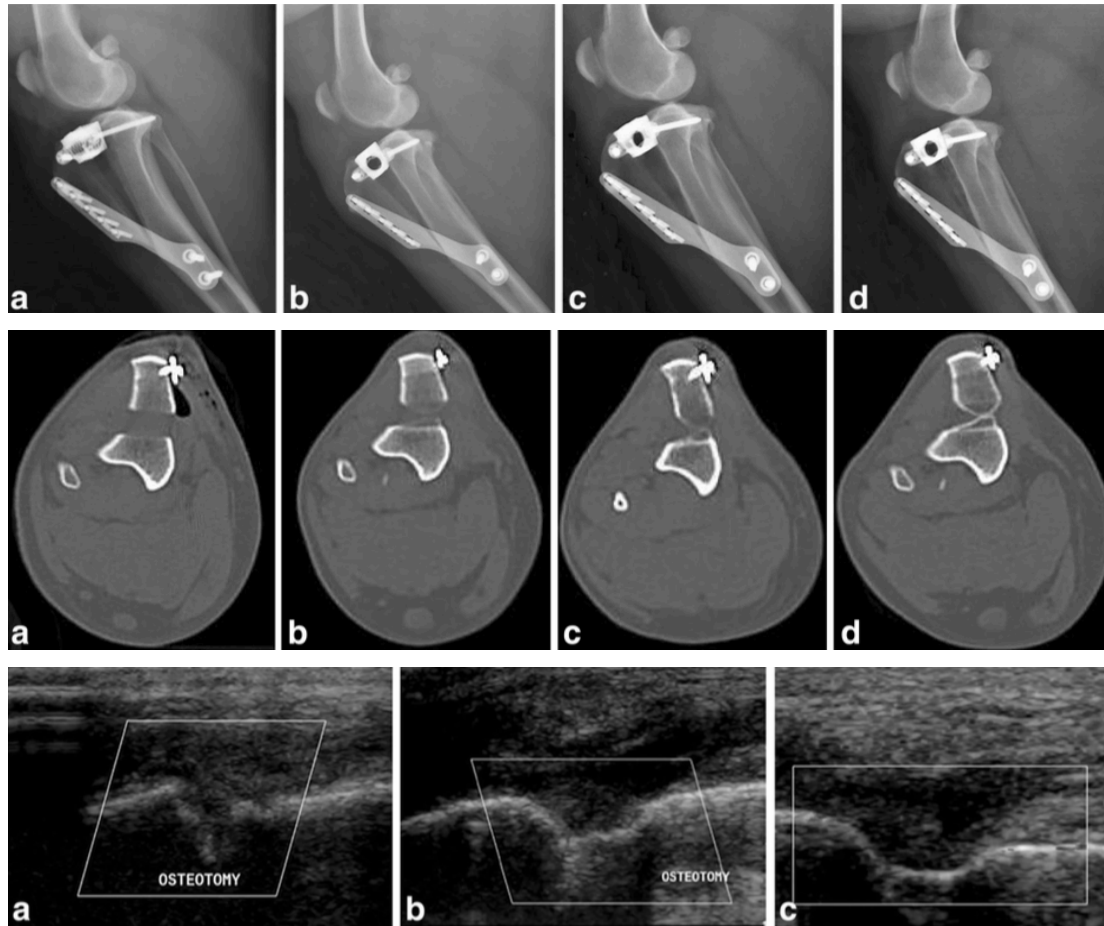
##### a) Tiempos de los controles radiológicos para evaluar la cicatrización ósea

Para valorar si la osteotomía está cicatrizando, todos los autores recomiendan controles radiológicos postoperatorios (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007). No existe una pauta estandarizada para la realización de estos controles, y cada trabajo los realiza en unos tiempos concretos. Algunas veces dependen de la disponibilidad de los propietarios y otras de los requerimientos de la propia investigación (Lafaver et al., 2007; Risselada et al., 2018).

El primer control realizado inmediatamente después de la cirugía sirve para constatar la correcta colocación de implantes, pero también para tener la referencia del estado del defecto causado por la osteotomía. La fecha de realización del segundo control es muy variable según los estudios. Algunos autores realizan el primer control postoperatorio alrededor de las 2 semanas (Trisciuzzi et al., 2019), otros a las 4 semanas (Lafaver et al., 2007; Barnes et al., 2015; Risselada et al., 2018), otros lo hacen directamente a las 6 semanas (Hoffmann et al., 2006; Guerrero et al., 2011a; Hirshenson et al., 2012) y algunos lo realizan a las 8 semanas (James et al., 2017). La mayoría de los estudios que realizan el primer control entre las 2 y 4 semanas tienen como objetivo confirmar que los implantes no se hayan movilizado, que no haya alguna complicación y que empieza a haber formación de hueso en el defecto (Lafaver et al., 2007; Barnes et al., 2015; Risselada et al., 2018).

Se ha demostrado que la cicatrización completa del defecto de la osteotomía de una TTA se observa radiológicamente a los tres meses, siempre que no se hayan presentado complicaciones (Hoffmann et al., 2006; Guerrero et al., 2011a; Risselada et al., 2018). En animales jóvenes se puede llegar a producir a los dos meses (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007).

Un estudio reciente comparó la velocidad de cicatrización ósea evaluada a través de estudios radiológicos, de tomografía computarizada y de ultrasonido, tras la realización de 10 TTA clásicas. Este trabajo deja entrever la posibilidad de que la cicatrización ósea se produzca antes de los 3 meses, a pesar de que no se puede aún observar en radiografías, que es el método habitual de control postoperatorio. Se sugiere que la cicatrización se produce mucho antes de lo que las radiografías muestran (un mes después de la cirugía en el 80% de los 10 casos estudiados). Esta información permitiría una rehabilitación más temprana y un retorno más rápido a la completa funcionalidad postoperatoria de los animales operados. Otra información importante que se destaca de esta investigación es que solo un caso de los 10, tuvo una completa cicatrización ósea observable radiológicamente a las 12 semanas, mientras que ecográficamente se observó la misma completa cicatrización desde el mes postoperatorio. Tras la realización de este estudio los autores sugieren que el empleo de ultrasonidos detecta la cicatrización ósea antes que las otras técnicas de imagen y recomiendan su uso (Figura 94) (Risselada et al., 2018).



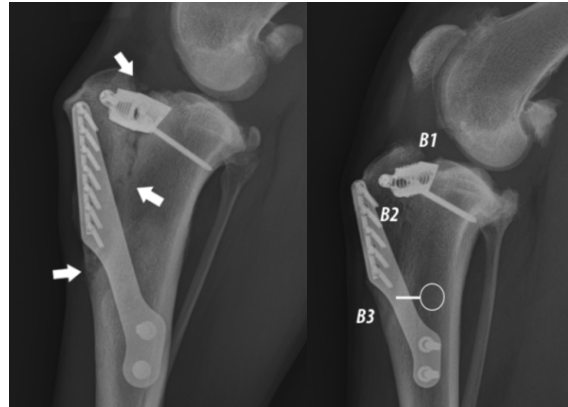
**Figura 94:** Estudio comparativo con imágenes radiológicas, con tomografía computarizada y con ultra sonido de la cicatrización ósea de un perro con una TTA. En la primera y segunda fila se observan las 4 imágenes que corresponden al postoperatorio inmediato (a), al mes (b), a los dos meses (c) y a los 3 meses (d) de las radiografías y de las tomografías computarizadas. A los tres meses se observa una imagen compatible con cicatrización completa del defecto. En la última fila se observan las imágenes ecográficas del mismo perro al mes (a), a los dos meses (b) y a los tres meses (c). En la ecografía del mes ya existía puente óseo y en la de los dos meses la imagen es compatible con cicatrización ósea (Imágenes obtenidas de Risselada et al., 2018).

#### b) Evaluación de la cicatrización ósea

La manera de evaluar radiológicamente la cicatrización ósea difiere un poco según los autores y según los implantes empleados, pero la mayoría parece haber adoptado la escala propuesta por Hoffmann y colaboradores (2006), o alguna variante de la misma. Estos autores proponen una graduación de 0 a 4 en tres puntos del defecto creado: encima de la caja o cuña, entre la caja y la placa y debajo de la placa. El 0 equivale a que no hay signos de cicatrización, 1 indica que hay presencia de callo óseo sin puentes óseos, 2 muestra la presencia de puentes óseos al menos en uno de los tres sitios, 3 señala puentes óseos en



al menos 2 sitios y 4 indica que hay puentes óseos en los tres sitios indicados (Figura 95) (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007; Guerrero et al., 2011a; Hirshenson et al., 2012; Risselada et al., 2018).



**Figura 95:** Estudios radiográficos de la articulación de la rodilla en animales intervenidos con la TTA clásica (Proyección ML). En las imágenes se aprecian los puntos para evaluar la cicatrización ósea según la escala de Hoffman y colaboradores de 2006 (Imágenes obtenidas de Guerrero et al., 2011a).

El estudio de James y colaboradores (2017) valoró la cicatrización ósea de 20 TTA (10 con injerto y 10 sin injerto) en 10 perros con RLCCr bilateral, todas ellas realizadas bajo la misma anestesia y aleatoriamente distribuidas. La evaluación se hizo a través de un único estudio a las 8 semanas con tomografía computarizada en diez cortes de la zona de la osteotomía. En este estudio, para evaluar la cicatrización ósea propusieron realizar un protocolo que consiste en medir los puentes óseos en 3 sitios de la osteotomía en cada uno de los 10 cortes.

Al igual que en el diagnóstico de la RLCCr la tomografía computarizada y el ultrasonido, no son los más usados en medicina veterinaria para evaluar la cicatrización, debido a su costo, al difícil acceso y a la capacitación necesaria para realizarlos (Etchepareborde, 2014).

### c) Factores que influyen sobre la cicatrización ósea

Dentro de los factores que han sido estudiados por su posible influencia en la cicatrización ósea del defecto están la **edad del paciente**, la **presencia de enfermedades limitantes de la cicatrización**, los **cuidados postoperatorios que mantiene el propietario** y el **uso**

**de autoinjerto esponjoso.** No se ha determinado asociación estadísticamente significativa entre la edad del paciente, la presencia de enfermedades limitantes de la cicatrización o los cuidados postoperatorios, aunque en casi todos los estudios, los animales que cicatrizan más rápido son los más jóvenes y los que no han tenido percances en los cuidados posoperatorios (Lafaver et al., 2007; Barnes et al., 2015; Risselada et al., 2018).

La utilización de autoinjerto esponjoso ha tenido opiniones muy controvertidas dando lugar a debates sobre su uso. Aunque al principio nadie ponía en duda su eficacia, poco a poco su utilización ha ido disminuyendo por causar un daño mayor al paciente en el caso en el que el injerto se haya tomado de un segundo sitio quirúrgico y por aumentar el tiempo de cirugía sin ser determinante a la hora de una mejor cicatrización (Guerrero et al., 2011a).

En la actualidad todavía no se ha esclarecido perfectamente su función. Algunos autores indican que tiene influencia en mejorar la osificación en las primeras semanas de cicatrización, pero que a partir de la octava semana no existe diferencia entre la cicatrización con o sin injerto (Barnes et al., 2015). Por el contrario, otros autores siguen recomendando su uso por haber mostrado signos de cicatrización más rápida (Bisgard et al., 2011; James et al., 2017).

Otro factor que influye sobre la cicatrización ósea son los cuidados postoperatorios. Con respecto al reposo, de manera general todos los estudios recomiendan entre 6 y 12 semanas de restricción del ejercicio. Normalmente se empieza con aproximadamente 3 semanas de reposo absoluto, confinamiento cuando no existe supervisión del propietario, paseos con correa corta y de máximo 10 minutos tres veces al día, sin subir escaleras y sin contacto con otros perros para evitar movimientos bruscos. Posteriormente, recomiendan un aumento progresivo de la actividad alargando los paseos, pero restringiendo todavía el ejercicio y, si la revisión cerca de las seis semanas es favorable, entonces permiten el regreso paulatino a la vida normal.

El alta quirúrgica, según diferentes autores, fluctúa entre las 8 y las 12 semanas. Todos los autores afirman que al mantener estas pautas se aseguraría una buena cicatrización de la osteotomía (Guerrero et al., 2010; Hirshenson et al., 2012; Boudrieau, 2018).

#### 4.3.6. Funcionalidad postoperatoria de la rodilla

Como norma general, no existen muchas escalas de valoración funcional validadas en medicina veterinaria, al contrario que en medicina humana donde se usan constantemente para valorar la calidad de vida de los pacientes (Escobar et al., 2011).

Desde los primeros estudios realizados sobre la RLCCr, se intentó encontrar una escala o una medida para valorar la funcionalidad de la rodilla posterior a la rotura. Existen muchos factores a tomar en cuenta y, según los diferentes autores, algunos parámetros pueden ser más relevantes que otros. Los primeros puntos en los que todos los autores parecen coincidir son la presencia de dolor a la manipulación de la rodilla y la cojera de diferentes grados de presentación (Innes y Barr, 1998; Ramírez-Flores et al., 2017).

En todos los estudios se toman en cuenta, como mínimo, estos dos parámetros: el dolor, valorado de una manera subjetiva según la incomodidad detectada en el comportamiento del perro, y la cojera, evaluada con diferentes escalas de 1 a 4 (Dymond et al., 2010; Retallack y Daye, 2018), de 1 a 5 (Ramirez et al., 2015), de 1 a 10 (Innes y Barr, 1998). En todas estas escalas el número más bajo corresponde siempre a una cojera casi imperceptible y el número más alto corresponde a una cojera de no apoyo.

Para valorar la funcionalidad de la rodilla, muchos autores toman también en cuenta datos como la presencia de crepitación, la efusión periarticular, la atrofia muscular y el rango de movimiento. Innes y Barr (1998), por ejemplo, valoraron estos aspectos gracias a la puntuación de Likert, que les da un valor por separado del 0 al 4.

El área de la rehabilitación veterinaria es la que ha tenido más intentos de cuantificar la funcionalidad de las articulaciones, al observar que esta no se corresponde con las imágenes radiológicas que los estudios de OA pueden reflejar y que, por consiguiente, en muchas ocasiones los niveles de OA muy elevados no corresponden con movilidades reducidas de la articulación afectada, ni con malas calidades de vida (Gordon et al., 2003; Gonçalves et al., 2016).

Algunas escalas evalúan exclusivamente la movilidad de las articulaciones y a menudo los puntos valorados en ellas son muy subjetivos, porque pretenden que sea el propietario

el que valore las actividades de su perro, comparándolas con su vida antes de la patología limitante. Esto causa mucha variabilidad, y por esta razón se usa más con fines clínicos que con fines científicos, dejando los datos más cuantificables a los estudios de funcionalidad de las articulaciones, como son la presencia de atrofia muscular o de crepitación, la alteración del rango de flexión y extensión, el dolor, la cojera y el apoyo en estación, siendo todo esto evaluado en cada revisión para determinar cualquier variación (Vasseur y Berry, 1992; Millis y Levine, 2014).

En los últimos años ha tomado cada vez más importancia la valoración de la funcionalidad de la rodilla a través de placas de fuerza para valorar entre otros aspectos la carga del peso en la extremidad, la velocidad y la propulsión, comparándolas con la extremidad contralateral y con las extremidades anteriores. Esto ayuda mucho para reducir o eliminar la subjetividad en la valoración, pero tiene el inconveniente de no ser accesible fácilmente para muchos clínicos (Gordon et al., 2003; Conzemius et al., 2005; Voss et al., 2008; Morgan et al., 2010).

#### 4.3.7. Valoración de la osteoartrosis o enfermedad degenerativa articular

La OA de la rodilla es una patología articular que se presenta con degeneración progresiva y lenta del cartílago con formación de osteofitos, por lo general causada por traumatismos o microtraumatismos (un desgaste anormal). Se presenta con inflamación mínima de la cubierta sinovial (pocos cambios en el líquido sinovial) y es considerada una enfermedad articular degenerativa no inflamatoria, pudiendo encontrarse en la bibliografía veterinaria también como osteoartritis (Piermattei et al., 2006).

Hasta ahora, ninguna de las técnicas empleadas en el tratamiento de la RLCCr ha tenido la capacidad de detener el avance de la OA. Las técnicas modificadoras de la biomecánica parecen retrasar su avance si se comparan con las extracapsulares, pero esto no expresa obligatoriamente un mejor resultado clínico, ya que las evidencias radiográficas no siempre reflejan la funcionalidad de la rodilla y la calidad de vida que tiene el animal (Gordon et al., 2003; MacDonald et al., 2013).

Existen más de 23 escalas diferentes para valorar la OA en la rodilla en perros y en gatos. Prácticamente todas ellas se basan en la realización de un estudio radiológico de la rodilla

bajo anestesia general con al menos una proyección ML en que exista superposición de los cóndilos femorales y de las eminencias intercondíleas tibiales proximales y, de ser posible, una proyección CdCr con el eje del fémur y de la tibia alineados. El problema surge en el momento de puntuar los diferentes sitios anatómicos, pues hay mucha variabilidad entre autores y escalas (Innes y Barr, 1998; Bonastre, 2012; Wessely et al., 2017; Schnabl-Feichter et al., 2018).

Una de las primeras escalas descritas y más empleadas es la de Vasseur y Berry (1992). Las primeras escalas destacaban la presencia de osteofitos periarticulares, entesiofitos, efusión articular, cambios en la superficie articular de los cóndilos tibiales y disminución del espacio articular (Vasseur y Berry, 1992; Schnabl-Feichter et al., 2018). En 2002, Innes y colaboradores afirmaron que al engrosarse el cartílago articular aumenta el espacio articular, por lo que este parámetro no es tomado en cuenta en casi ninguna de las siguientes escalas. Actualmente, la mayoría de ellas mantienen como puntos de control la presencia de efusión articular o desplazamiento de la grasa subpatelar, osteofitos, mineralizaciones articulares o artrolitos, entesiofitos, esclerosis subcondral, a veces quistes subcondrales y deformidades articulares (Innes et al., 2004; Sánchez-Carmona et al., 2006; De Bruin et al., 2007; Bonastre, 2012).

La escala de Vasseur y Berry (1992) fue rápidamente modificada para que todos los parámetros se pudieran evaluar con valores comprendidos entre el 0 y el 3, donde 0 corresponde a una imagen radiológica normal, sin signos de esclerosis u osteofitos, 1 es una presencia leve, 2 es una presencia moderada y el 3 es una presencia severa de osteofitosis o esclerosis (Gordon et al., 2003; De Bruin et al., 2007). Esta manera de evaluar es la que más se ha difundido y es la que se usa actualmente en casi todas las escalas de valoración de OA, aunque existan unas pocas que puntúan de manera diferente el nivel de OA que tiene cada punto.

En 2017, Wessely y colaboradores describieron 22 escalas, de las cuales 19 evaluaban la OA en los puntos anatómicos referenciales con gradaciones numéricas (del 0 al 3, del 0 al 4, del 0 al 5, del 1 al 4 y del 1 al 6), 2 escalas valoraban el grado de OA de cada sitio nombrándolo bajo, moderado o severo, y una tenía una escala variable de valoración.

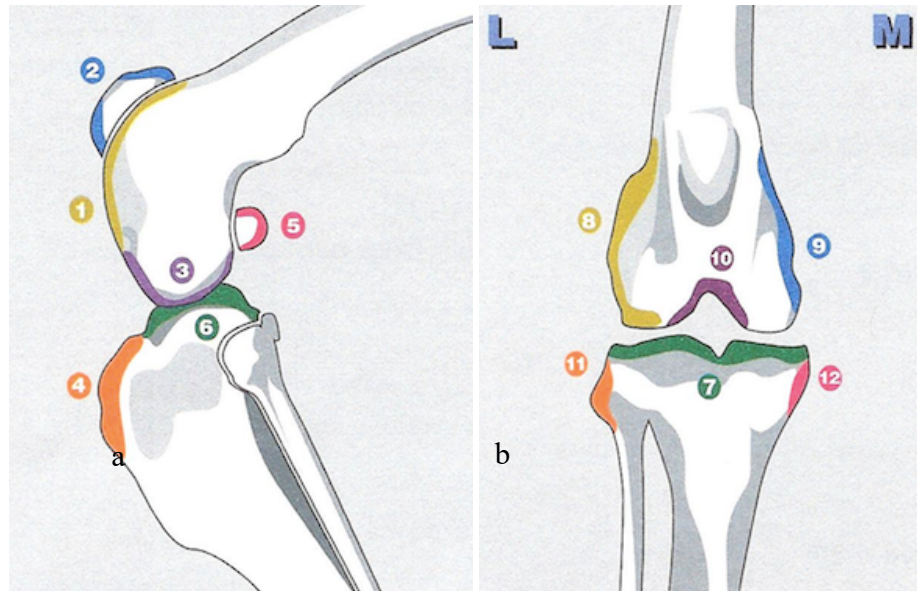
Los lugares a tomar en cuenta para evaluar todos los parámetros han ido variando según los autores. Bonastre (2012) señala que, de forma general, por ejemplo, en una rodilla en la que existe OA se pueden ver osteofitos marginales en la rótula, sobre todo en los polos, en la porción supratroclear del fémur y en los bordes tibiales y femorales. Según la cronicidad de la enfermedad estos osteofitos pueden ser más grandes y estar acompañados de esclerosis subcondral y de remodelación de los bordes de los cóndilos. Sin embargo, este autor no toma en cuenta, por ejemplo, los sesamoideos de los Mm. gastrocnemios, que también se deforman en presencia de OA, o el lugar de inserción del LCCr o la distensión caudal de la cápsula articular como lo hacen De Bruin y colaboradores (2007).

La escala propuesta por Lazar y colaboradores (2005), en cambio, separa la valoración de la OA por zonas. Por este motivo, se valora por separado la rótula, el fémur, la tibia, los tejidos blandos y al final los entesiofitos, las mineralizaciones intraarticulares o de meniscos y las avulsiones intercondilares como puntos a parte. En cada hueso se valoran las partes más relevantes, por lo que al final hay 32 sitios que evaluar en las dos proyecciones radiológicas realizadas, lo que permite determinar con mayor exactitud el grado de OA. Otros autores siguieron los mismos criterios y en la bibliografía existen escalas actuales muy completas con alrededor de 18-24 puntos anatómicos específicos (Vasseur y Berry, 1992; Gordon et al., 2003; DeLuke et al., 2012; Wessely et al., 2017).

Todas estas escalas han presentado complicaciones al momento de ser validadas. Las más comunes son la experiencia que necesita el observador para detectar la presencia de los parámetros, la variabilidad entre observadores y entre el mismo observador cuando son puestos a prueba varias veces y la poca reproducibilidad. Por este motivo se siguen buscando sistemas, que de una manera sencilla puedan clasificar el grado de OA de la rodilla de perros con RLCCr (Wessely et al., 2017).

En 2006, Sánchez-Carmona y colaboradores propusieron una escala de valoración de OA que puntúa 6 sitios anatómicos en la proyección radiográfica ML y 6 sitios anatómicos de la CrCd (Escala de Bioarth) (Figura 96). Posteriormente en 2017, Wessely y colaboradores, validaron una escala propuesta por Matis y colaboradores en 2010 y basada en la de Mager del año 2000, que recoge 11 puntos en la proyección ML y 4 puntos en la CdCr (Figura 97). Estas escalas toman en cuenta los mismos puntos que las anteriores, pero fusionándolos entre si cuando es posible, tornando su puntuación más

sencilla y más rápida (Sánchez-Carmona et al., 2006; Wessely et al., 2017; Schnabl-Feichter et al., 2018).



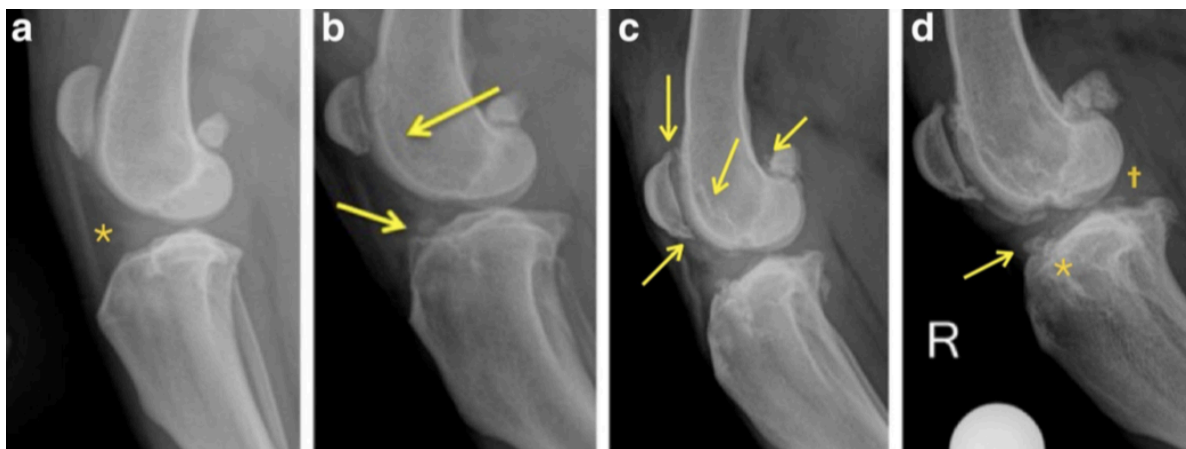
**Figura 96:** Puntos anatómicos a evaluar según la Escala de Bioarth. **a.** Puntos a evaluar en la proyección ML. Los números corresponden a 1: labios de la tróclea, 2: polos proximal y distal de la rótula, 3: cóndilos femorales, 4: tuberosidad tibial, 5: huesos sesamoideos de los Mm. gastrocnemios y 6: superficie articular proximal de la tibia. **b.** Puntos a evaluar en la proyección CdCr. Los números corresponden a 7: superficie articular proximal de la tibia, 8: borde condilar lateral del fémur, 9: borde condilar medial del fémur, 10: fosa intercondílea del fémur, 11: cabeza del peroné y 12: borde del cóndilo medial de la tibia (Imagen obtenida de Sánchez-Carmona et al., 2006).

Otros autores realizan las mismas evaluaciones sin usar específicamente una u otra escala, por lo que, como regla general se evalúan los sitios indicados en las escalas validadas, pero con un margen de libertad y de agrupamiento (Gielen, 2006; Morgan et al., 2010).

Prácticamente con todas las escalas descritas hasta ahora, se llega a una clasificación de las rodillas en varios tipos: libre de OA o con presencia de OA leve, moderada o severa según la puntuación que hayan obtenido en la evaluación (Figura 98). También se puede cuantificar manteniendo el número como nivel de gravedad. Por ejemplo, si ha obtenido una puntuación de 15 sobre un total de 33 puntos, tendría una artrosis de 15/33 o de 15 sobre 33 (Sánchez-Carmona et al., 2006; Morgan et al., 2010; Ramírez-Flores et al., 2017).



**Figura 97:** Puntos anatómicos a evaluar en las radiografías según la escala de Mager y Matis y colaboradores, descrita por Wessely y colaboradores (2017). **a.** Puntos a evaluar en la proyección ML. Los números corresponden a 1: polo distal de la rótula, 2: polo proximal de la rótula, 3: labios trocleares proximales, 4: labios trocleares distales, 5: cóndilos femorales, 6: tuberosidad tibial, 7, 8 y 9: corresponden a la superficie articular proximal, central y caudal de la tibia proximal, 10: superficie poplíteica del fémur y 11: sesamoideos de los Mm. gastrocnemios. **b.** Puntos a evaluar en la proyección CdCr. Los números corresponden a 12: cóndilos laterales tibiales y femorales, 13: cóndilos mediales tibiales y femorales, 14: eminencia intercondílea y 15: rótula (Imagen obtenida de Wessely et al., 2017).



**Figura 98:** Proyecciones radiológicas ML de rodilla con diferentes estadios de OA. **a.** Estadio inicial, ausencia de OA pero con inflamación de la articulación, aumento de la densidad de la grasa subpatelar y desplazamiento caudal de la cápsula articular, lo que indica una posible RLCCr aguda. **b.** OA leve, con osteofitos en el polo distal de la rótula, entesiofitos en la inserción tibial del LCCr y esclerosis en los labios distales de la tróclea. **c.** OA moderada, con osteofitos en los polos distal y proximal de la rótula, en la porción proximal de los labios trocleares y en los sesamoideos de los Mm. gastrocnemios, entesiofitos en la inserción del LCCr tibial y femoral, esclerosis en los labios de la tróclea y en la superficie articular proximal de la tibia. **d.** OA severa, con los mismo signos descritos anteriormente con entesiofitos más grandes y con calcificaciones en los meniscos (Imagen obtenida de Ramírez-Flores et al., 2017).



## **Planteamiento del problema, hipótesis de trabajo y objetivos del estudio**



## **5. Planteamiento del problema, hipótesis de trabajo y objetivos del estudio**

### **5.1. Planteamiento del problema**

La RLCCr es una de las principales causas de cojera de la extremidad posterior en el perro, describiéndose numerosas técnicas quirúrgicas para su tratamiento. En los últimos años han tomado cada vez más importancia las técnicas modificadoras de la biomecánica que se basan en una alteración de la geometría de la rodilla para alcanzar un apoyo de la extremidad y una marcha indoloros en el perro. La TTA es una de ellas, y consiste en anular el empuje craneal de la tibia que resulta de cargar peso en una extremidad con una rotura parcial o completa del LCCr llevando el ángulo formado entre el Lig. rotuliano y la superficie articular de los cóndilos de la tibia a 90° (Krotscheck et al., 2016; International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature, 2017).

Desde su primera descripción (efectuado por Montavon y colaboradores en 2002, con implantes de la casa comercial suiza Kyon), la TTA ha sufrido una serie de modificaciones que han evolucionado conjuntamente con la observación del comportamiento de la técnica a lo largo de los años (Damur et al., 2003; Samoy et al., 2014). Entre las complicaciones mayores más comunes se pueden destacar la fractura distal de la diáfisis tibial y la rotura de implantes con la consiguiente avulsión de la TT (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007).

La tendencia actual en cuanto al tratamiento sigue siendo la de encontrar un método que disminuya la presentación de complicaciones, que use la menor cantidad posible de implantes, que frene la progresión de la OA y que reduzca la subjetividad a la hora de calcular el avance necesario para llevar el ángulo entre el Lig. rotuliano y la superficie articular de los cóndilos de la tibia a 90° (Samoy et al., 2014). Muchas empresas han lanzado al mercado sus propios implantes creando una avalancha de opciones al momento de decidir qué técnica seleccionar. El ITC, con su línea Biosurgex, ha planteado una variante dentro de su técnica TTA Porosa para reducir el riesgo de presentación de avulsión de la TT y de las complicaciones que ello conlleva. Esta modificación consiste en una pequeña pestaña en la placa de osteosíntesis que se sitúa sobre la porción craneal

de la TT. El presente trabajo pretende describir la evolución clínica, las complicaciones y la evolución de la OA de esta variante, para que sea considerada dentro de las opciones de tratamiento de la RLCCr del perro.

## **5.2. Hipótesis de trabajo**

La TTA es una técnica en constante evolución. La elevada casuística de la RLCCr en la especie canina y los intereses comerciales existentes en el tratamiento de la misma, hace que numerosas empresas desarrollen implantes para mejorar la técnica inicial y evitar la presentación de complicaciones.

En este trabajo se pretende valorar la viabilidad quirúrgica de la TTA Porosa a través de la evolución de la funcionalidad de la rodilla y de la OA. La hipótesis nula ( $H_0$ ) plantea que se mantienen (o empeoran) en el tiempo y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) plantea que mejoran. Por otra parte, se describirán las complicaciones presentadas.

## **5.3. Objetivos del estudio**

Para poder responder a las cuestiones formuladas en la hipótesis de trabajo se planteó llevar a cabo el procedimiento de TTA mediante una placa con pestaña en 65 rodillas de pacientes afectados con RLCCr. Se valoraron la evolución clínica, la cicatrización ósea de las osteotomías realizadas en el procedimiento y el avance de la OA mediante un examen objetivo particular y un estudio radiológico en diferentes tiempos.

Con la realización de esta investigación, se pretende dar respuesta a los objetivos generales y específicos que se describen a continuación:

Los objetivos generales de este estudio son:

- Evaluar la viabilidad y eficacia de una técnica de TTA que incorpora una placa de titanio con pestaña para prevenir la avulsión de la TT en el tratamiento de perros con RLCCr.

Los objetivos específicos de este estudio son:

- Caracterizar las complicaciones intra y postoperatorias observadas.
- Evaluar la funcionalidad postoperatoria de la rodilla mediante un examen objetivo particular.
- Valorar el grado de OA pre y su evolución postoperatoria mediante un estudio radiológico a las seis y doce semanas.
- Analizar la relación entre diferentes factores del paciente y el tamaño de la placa, el tamaño de la cuña y las posibles complicaciones.



## **Material y método**





## 6. Material y método

### 6.1. Material

#### 6.1.1. Material biológico

El material biológico utilizado fueron 65 perros diagnosticados de RLCCr que acudieron a la consulta de traumatología y cirugía ortopédica del Servicio de Cirugía de Pequeños Animales del Hospital Clínico Veterinario Complutense (HCVC) de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

#### 6.1.2. Material quirúrgico

Para la realización de las cirugías de adelantamiento de la TT se emplearon varios materiales quirúrgicos que se describen a continuación.

##### *6.1.2.1. Material de cirugía general*

El material quirúrgico general no ortopédico empleado para la ejecución de la técnica fue el habitual para la realización de cualquier intervención quirúrgica:

- 1 mango de bisturí n.º4, con hoja del n.º 20.
- 1 mango de bisturí n.º3, con hoja del n.º 15.
- 1 portaagujas de Mayo-Hegar.
- 1 tijera Metzenbaum curva.
- 1 tijera Metzenbaum recta.
- 1 tijera Mayo.
- 2 pinzas hemostáticas de Rochester rectas.
- 2 pinzas de Kocher rectas.
- 2 pinzas de Adson con y sin dientes.
- 4 pinzas Halstead de 11 cm curvas (mosquitos).
- 6 pinzas atraumáticas de Allis de 150 mm.
- 8 pinzas Backhaus (cangrejos) (AESCULAP AG®, Am Aesculap-Platz, 78532 Tuttlingen, Alemania).

#### *6.1.2.2. Material de ortopedia general*

El material general de ortopedia empleado fue:

- 2 periostotomos.
- 2 separadores de Hohmann.
- 2 separadores de Senn.
- 1 alicate plano.
- 1 alicate de corte.
- Grifas para doblar placas (AESCULAP AG®).

El material de osteosíntesis empleado estuvo compuesto por:

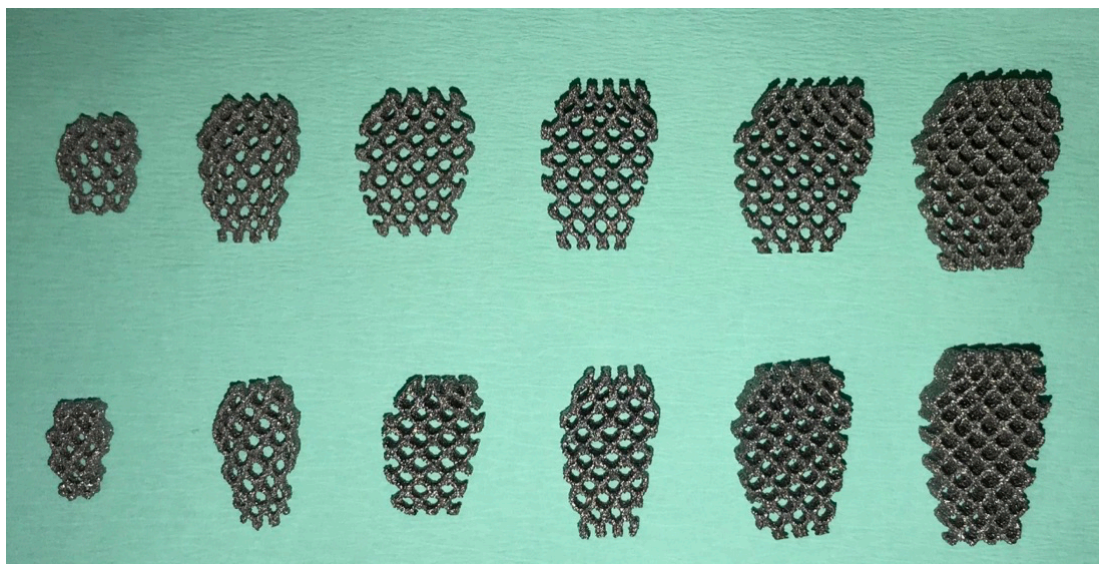
- Sistema de motor eléctrico para cirugía veterinaria ELAN Vetline (AESCULAP AG®, referencia GA840). Esta unidad dispone de varios componentes como son el control de pie (AESCULAP AG®, referencia GA188) y cables de conexión a la corriente eléctrica y a la pistola de mano o a la sierra.
- Eje flexible micro para la conexión de la pistola de mano o la sierra al motor eléctrico ELAN (AESCULAP AG®, referencia GA173).
- Pistola de mano canulada hasta 2,8 mm de diámetro para cirugía de pequeños animales (AESCULAP AG®, referencia GB200).
- Sierra de mano sagital micro-line (AESCULAP AG®, referencia GB129), con llave de tuercas para bloquear las hojas de sierra (AESCULAP AG®, referencia TE472).
- Adaptadores de anclaje rápido para instrumental AO, con el fin utilizar diferentes brocas (AESCULAP AG®, referencia GB224).
- Guías de broca de 1,8-2,0-2,5-3,5 mm de diámetro para la protección hística de las brocas (AESCULAP AG®, referencias B171162 y B171164).
- Brocas de dos aristas de corte de 1,8-2,0-2,5-3,5 mm de diámetro con acople de anclaje rápido AO (AESCULAP AG®, referencias VC032R, VC033R, VC035R y VC037R).
- Medidor de profundidad (AESCULAP AG®, referencia LS044R).
- Destornillador hexagonal para tornillos de 2,7 y 3,5 mm de diámetro (AESCULAP AG®, referencia LS002R).

- Destornillador de cabeza estrellada para tornillos de 2,4 mm de diámetro (VETINST®, referencia SDX24, Veterinary Instrumentation, Sheffield S4 7QQ, Reino Unido).
- Destornillador hexagonal para tornillos de 1,5 y 2 mm de diámetro (AESCULAP AG®, referencia LS005R).
- Hojas de sierra (AESCULAP AG®, referencias GC604 y GC05R).
- Tornillos autorroscantes de titanio de 2,0-2,4-2,7-3,5 (VETINST®).

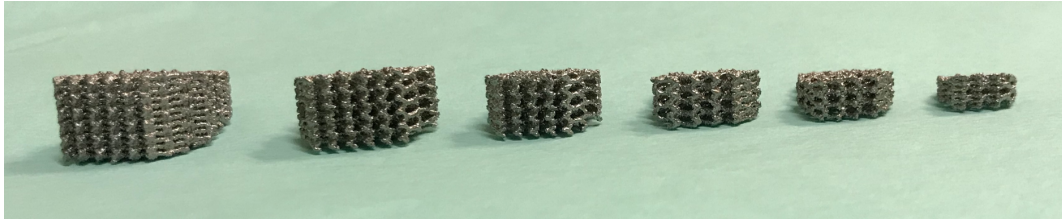
#### 6.1.2.3. Material de ortopedia específico de TTA Porosa

El material de ortopedia general específico de la técnica fue:

- Cuñas porosas de titanio Ti6Al4V ELI (ISO 5832-3) con diferentes adelantamientos y varias anchuras para las diferentes necesidades de los pacientes (Figuras 99 y 100).
- Placas de titanio Ti CP Grade 4, ISO 6832-2 con pestaña (Figura 101).
- Separador-Distractor para proteger el Lig. rotuliano y proceder a realizar el avance de la TT (Figuras 102, 103 y 104).
- Guía de corte (Figura 105) (Biosurgex).



**Figura 99:** Detalle de la vista lateral de las cuñas de titanio para TTA Porosa de Biosurgex-ITC.



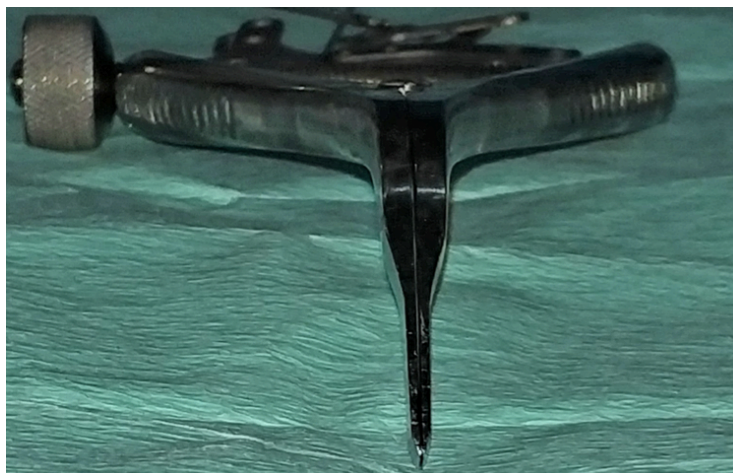
**Figura 100:** Detalle de la vista superior de las cuñas de titanio para TTA Porosa de Biosurgex-ITC.



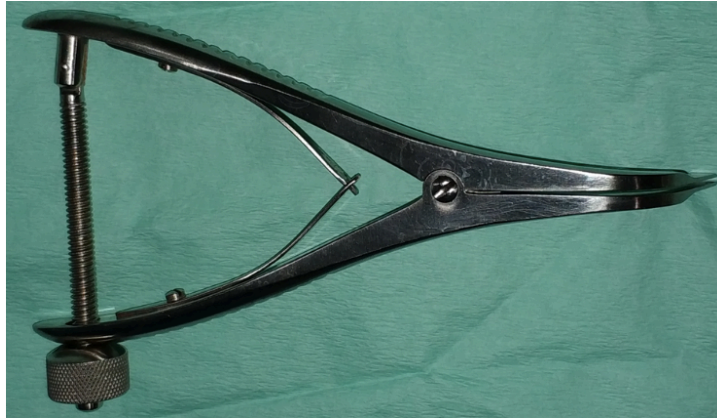
**Figura 101:** Detalle de las placas de titanio con pestaña para TTA Porosa de Biosurgex-ITC.



**Figura 102:** Detalle del distractor de Biosurgex-ITC: Vista lateral.



**Figura 103:** Detalle del distractor de Biosurgex-ITC: Vista frontal.



**Figura 104:** Detalle del distractor de Biosurgex-ITC: Vista dorsal.



**Figura 105:** Detalle de la guía de corte de Biosurgex-ITC.

### 6.1.3. Material radiológico

#### 6.1.3.1. Aparato de Rayos-X

- Generador de rayos X marca SEDECAL modelo Neovet V. Potencia de salida: 32 kW. Rango de kVp: 40-125 kVp. Rango de mAs: 0,1-500 mA. (Sedecal c/ Pelaya, 13, Poligono Industrial “Río de Janeiro”, 28110, Algete, Madrid, España).

#### 6.1.3.2. Chasis

- Chasis Universales CR MD4.0T de AGFA (Agfa Healthcare Spain. C/ Provenza no 392, 08025 Barcelona, España), con los siguientes formatos de chasis:
  - Formato: 35x43 cm; Resolución especial: 10 píxeles/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 3480x4248.



- Formato: 24x30 cm; Resolución especial: 10 píxeles/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 2328x2928.
- Formato: 18x24 cm; Resolución especial: 10 píxeles/mm; Tamaño de la matrix del pixel: 1728x2328.

#### *6.1.3.3. Reveladora*

- Digitalizador CR 30-X. Sistema compacto y móvil de radiología Digital para veterinaria de AGFA, con alimentación mediante un solo chasis.
- Programa de identificación de imágenes y control de calidad NX 2.0 de AGFA.

#### *6.1.3.4. Programa informático de visualización de imágenes*

- Programa visor de radiografías en formato Dicom (Horos™).

#### *6.1.3.5. Impresora*

- Sistema seco de impresión multiformato DRYSTAR 5302 de AGFA.

#### *6.1.3.6. Otros*

- Sacos de arena para posicionar correctamente la extremidad del animal.
- Cuñas de espuma para posicionar correctamente la extremidad del animal.
- Cintas de sujeción de nylon radiotransparente.

#### *6.1.4. Material anestésico*

Los equipos empleados para la monitorización anestésica de los animales fueron:

- Máquina de anestesia con vaporizador de isoflurano y respirador, marca JULIAN DRÄGER SA 2 (Drägerwerk Aktiengesellschaft, Dräger Medizintechnik GmbH, Alemania).
- Pulsioxímetro: DRÄGER PM 8014 (Drägerwerk Aktiengesellschaft).
- Capnómetro: DRÄGER PM 8050 (Drägerwerk Aktiengesellschaft).

- Monitor multiparámetros para monitorización de constantes, marca MINDRAY modelo iMEC 8Vet portátil (Mindray Medical España S.L., Avda. de Burgos 114, Edificio Cetil I, 1º, 28050 Madrid, España).

El plano anestésico balanceado se mantuvo en todo momento a través de la utilización de fármacos anestésicos mediante un protocolo normalizado de trabajo. Los fármacos empleados en las distintas anestесias fueron:

a) Premedicación anestésica:

- Midazolam 15mg/3ml (Midazolam Sala<sup>®</sup>, Laboratorio Reig Jofre S.A., Gran Capitán, 10, 08970 Sant Joan Despí, Barcelona, España).
- Dexmedetomidina 0,5mg/ml (Dexmopet<sup>®</sup>, Vetpharma Animal Health S.L., Les Corts, 23, 08028 Barcelona, España).
- Cefazolina 250mg/ml (Cefazolina Normon<sup>®</sup> EFG, Laboratorios Normon, S.A., Ronda de Valdecarrizo, 6, 28760, Tres Cantos, Madrid, España).

b) Analgesia preoperatoria:

- Metadona 10mg/ml (Semfortan<sup>®</sup>, Dechra Veterinary Products S.L.U., C/ Balmes 202, 6a, 08006 Barcelona, España).

c) Analgesia intraoperatoria:

- Fentanilo 0,05mg/ml (Fentanest<sup>®</sup>, Kern Pharma S.L., Pol. Ind. Colon II, C/Venus, 72, 08228, Terrassa, Barcelona, España).

d) Inducción anestésica:

- Propofol 10mg/ml (Propofol-Lipuro<sup>®</sup>, B. Braun VetCare S.A.).
- Alfaxalona 10mg/ml (Alfaxan<sup>®</sup>, Jurox Limited, Second Floor, Richmond House, 105 High Street, Crawley, West Sussex RH10 1DD, Reino Unido).
- Ketamina 50mg/ml (Ketolar<sup>®</sup>, Parke-Davis, S.L., Avda. de Europa, 20B, Parque Empresarial La Moraleja, 28108 Alcobendas, Madrid, España).

e) Mantenimiento anestésico:

- Isoflurano 100% (Isovet<sup>®</sup>, B. Braun VetCare, S.A.).

f) Analgesia regional:

- Bupivacaina 5mg/ml (Bupivacaina B.Braun<sup>®</sup>, B. Braun VetCare S.A.)
- Lidocaína 20mg/ml (Lidocaína B. Braun<sup>®</sup>, B. Braun VetCare S.A.).

g) Analgesia postoperatoria:

- Buprenorfina 0,3mg (Buprex<sup>®</sup>, Indivior Europe Limited, 27 Windsor

Place, Dublin 2, Irlanda).

- Tramadol 50mg-100mg (Tramadol Normon EFG<sup>®</sup>, Laboratorios Normon, S.A.).
- Firocoxib 5 mg/Kg (Previcox<sup>®</sup> 57mg o 227mg, Merial, 29 Avenue Tony Garnier, 69007, Lyon, Francia).

El circuito anestésico utilizado fue un circuito cerrado con respirador incorporado en la máquina anestésica modelo Julian Dräger<sup>®</sup> SA 2.

El material general de anestesia empleado fue:

- Jeringuillas de 1 ml, de 2 ml, de 5 ml y de 10 ml (Henry Schein España S.A.U., Avda. de la Albufera, 153, 28038 Madrid, España).
- Catéteres Introcan de 18, 20, 22 y 24 G (B. Braun VetCare S.A.).
- Sistemas de infusión de sueros (Care Fusion, Shangai International Holding Corp. GMBH (Europe) Eiffestrabe, 80, 20537 Hamburgo, Alemania).
- Tubos endotraqueales de 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 6,5, 7, 7,5, 8, 8,5, 9, 9,5, 10, 10,5 y 11 (Henry Schein España, S.A.U.).
- Laringoscopios de fibra óptica (Welch Allyn Iberia, Centro Empresarial Best Point, Avenida de Castilla, 1 - Planta 2 - Oficina 18B, 28830 San Fernando de Henares, Madrid, España).
- Soluciones de Lactato de Ringer de 500 ml (B. Braun VetCare S.A.).

## **6.2. Métodos**

### **6.2.1. Método preoperatorio**

Los perros que se incluyeron en la presente investigación fueron los que acudieron a consulta de especialidad de traumatología y cirugía ortopédica del HCVC, y que fueron diagnosticados de RLCCr a través de las pruebas ortopédicas del cajón directo y/o de la compresión tibial.



Durante la consulta se rellenó la ficha clínica de cada paciente apuntando el número de caso que le correspondía, su código de identificación en el HCVC, su nombre, su raza, su sexo, su peso, su edad, el nombre del propietario y su condición corporal (CC) en escala del 1 al 5 según Baldwin et al. (2010).

En esta escala:

- Condición 1: equivale a un perro con costillas, vértebras lumbares, huesos pélvicos y prominencias óseas visibles desde lejos, con pérdida de masa muscular y sin grasa corporal visible.
- Condición 2: equivale a un perro al que se le pueden palpar fácilmente las costillas y estas pueden o no ser visibles, además no tiene grasa corporal palpable, tiene cintura marcada y aún se le notan los huesos pélvicos y la parte dorsal de las vértebras lumbares.
- Condición 3: equivale a un perro al que se le pueden palpar las costillas, sin exceso de grasa corporal recubriéndolas, al que se le nota la cintura si es visto desde arriba y con el abdomen recogido sin pliegues.
- Condición 4: equivale a un perro al que casi no se logran palpar las costillas, con mucha grasa recubriéndolas, con depósitos de grasa en el área lumbar y en la base de la cola; al que no se le define la cintura o muy poco y que tiene abdomen con pliegues colgando.
- Condición 5: equivale a un perro con depósitos masivos de grasa a nivel de tórax, columna y base de la cola, sin cintura, con abdomen péndulo y con depósitos de grasa en el cuello y extremidades.

Posteriormente se realizó la anamnesis y se rellenó la ficha clínica diseñada para este estudio marcando una sola opción para cada ítem, comenzando con el tiempo de evolución de la cojera o aparición de los primeros síntomas, y resaltando el origen traumático o atraumático de la misma. El examen ortopédico completo se hizo en todas las extremidades, empezando con la observación de la posición en estación, apuntando si el apoyo era normal, si desplazaba la carga de peso a un lado, si apoyaba con los dedos o si no apoyaba la extremidad afectada. Se observó la marcha clasificando la cojera con una escala del 0 al 4, donde 0 es la ausencia de cojera, 1 corresponde a una cojera casi imperceptible difícil de observar, 2 es una cojera que se observa al paso pero que

desaparece al trote, 3 corresponde a una cojera marcada y 4 a una cojera de no apoyo (Piermattei et al., 2006).

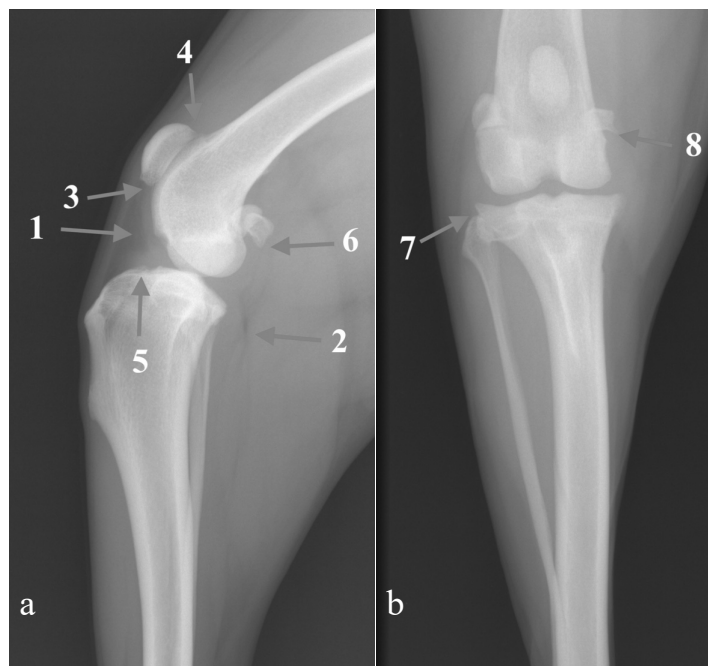
A la exploración de la rodilla afectada se hizo hincapié en la presencia de crepitación y de dolor, valorándolos como leves, moderados o severos. La flexión y la extensión se midieron con un goniómetro, considerando como normal una flexión de 40-50° y una extensión de 160-170°, un ángulo de 50-70° a la flexión fue considerado como una ligera limitación mientras que cuando hubo más de 70° a la flexión se consideró como una limitación severa. La extensión ligeramente limitada fue la comprendida entre los 150 y los 160° mientras que una extensión de menos de 150° fue considerada una severa limitación. La atrofia muscular también se apuntó en la ficha cuando estuvo presente y se clasificó como ausente, leve o severa.

Posteriormente, se realizó el estudio radiológico bajo sedación con 2 proyecciones (ML y CdCr) de la rodilla afectada (Figura 106) y de la contralateral.

En las radiografías obtenidas se confirmó la presencia de inflamación de la rodilla con engrosamiento de la cápsula articular y se procedió a la evaluación del grado de artrosis según la Escala de Bioarth, en la que se determinaron las 12 localizaciones anatómicas descritas en la revisión bibliográfica: labios de la tróclea, polos proximal y distal de la rótula, cóndilos femorales, TT, huesos sesamoideos de los Mm. gastrocnemios, superficie articular proximal de la tibia en las dos proyecciones, borde condilar lateral del fémur, borde condilar medial del fémur, fosa intercondílea del fémur, cabeza del peroné y borde del cóndilo medial de la tibia. Estas localizaciones se las puntuó del 0 al 3 según el grado de degeneración observado. Esta acción la realizaron tres observadores diferentes y se apuntó en la ficha la media de las puntuaciones. Todos los observadores fueron veterinarios especialistas en traumatología y ortopedia o imagenólogos, dando una clasificación de ausencia de artrosis (del 0 al 2), leve artrosis (del 3 al 8), artrosis moderada (del 9 al 18) y artrosis severa (con más de 18) (Sánchez-Carmona et al., 2006; Bogaerts et al., 2018).

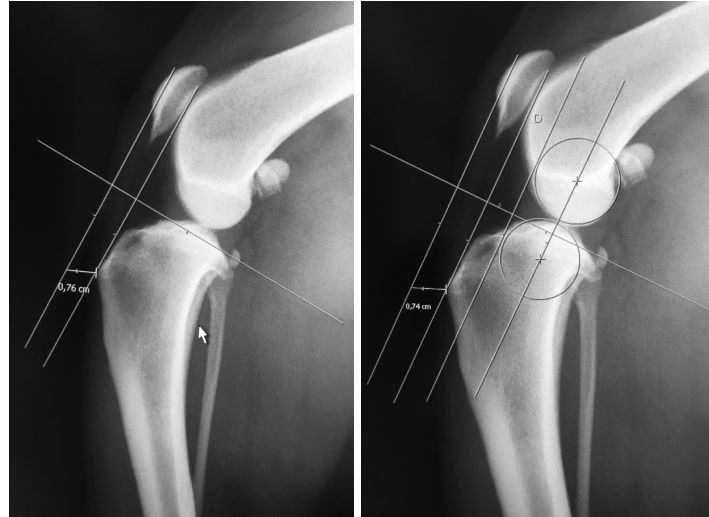
Además de permitir la clasificación del grado de OA, el estudio radiológico sirvió para realizar los cálculos prequirúrgicos de avance de la TT requerido. Esto se hizo a través del visor de imágenes Horos™. Horos™ es un programa libre de código abierto (FOSS)

distribuido gratuitamente bajo la licencia Lesser General Public License Versión 3.0 (LGPL 3.0) en Horosproject.org y patrocinado por Nimble Co LLC d / b / a Purview en Annapolis, MD USA. Este programa permitió aplicar los dos métodos de cálculo de avance de la TT más usados (el convencional con referencias anatómicas y el de la tangente común) de una manera rápida y así confirmar el desplazamiento requerido (Figura 107) (Etchepareborde, 2014).



**Figura 106:** Estudio radiológico preoperatorio del caso n.º61. **a.** Proyección ML. La flecha 1 indica la zona inflamatoria de la articulación con obliteración de la grasa subpatelar. La flecha 2 señala el desplazamiento caudal del borde de la cápsula articular. Las flechas 3 y 4 señalan pequeños cambios degenerativos de los bordes de la rótula. La flecha 5 señala cambios en la superficie articular proximal de la tibia. La flecha 6 señala cambios en uno de los sesamoideos de los gastrocnemios. **b.** Proyección CdCr. La flecha 7 indica cambios en el borde lateral de la porción proximal de la tibia y la flecha 8 señala el sesamoideo medial que tiene unos pequeños cambios degenerativos.

Quedaron excluidos del estudio los perros que tenían una anamnesis incompleta, los que en el examen ortopédico tuvieron negativas las dos pruebas de cajón, directo e indirecto, los que no vinieron a las revisiones clínicas y radiológicas planteadas y los que tenían patologías ortopédicas o médicas concomitantes que dificultasen el estudio de la evolución postoperatoria.



**Figura 107:** Detalle del cálculo del avance requerido con el programa visor de imágenes Horos<sup>TM</sup>: Método convencional (imagen izquierda) y de la tangente común (imagen derecha).

#### 6.2.2. Método anestésico

Las anestесias fueron individualizadas y multimodales. En los casos de perros de menos de 8 años o muy nerviosos se utilizaron inyecciones intramusculares de midazolam (0,2 mg/Kg), metadona (0,3 mg/Kg) y dexmedetomidina (3  $\mu$ g/Kg) como premedicación sedante y analgésica, mientras que en los perros de más de 8 años se administraron los mismos fármacos, pero sin usar la dexmedetomidina para evitar riesgos de bradicardia.

Posteriormente se procedió a cateterizar a todos los perros en una vena cefálica para colocar la infusión continua de Lactato de Ringer, precalentado, en dosis de 5 mg/Kg/h, con la ayuda de un sistema de infusión, y a preoxigenarlos con mascarilla. La monitorización anestésica empezó durante la preoxigenación, colocando los electrodos del monitor Mindray para la obtención de un electrocardiograma antes de proceder a la inducción.

La inducción fue realizada a través de la administración intravenosa de propofol (1 mg/Kg) solo o con ketamina (0,1 mg/Kg) como coinductor en los casos en los que hubo bradicardia. En cambio en los casos de perros cardiacos se utilizó alfaxalona (1 mg/Kg) como único inductor.

A continuación, se procedió a la intubación endotraqueal, a la colocación de los conectores para la monitorización completa (manguito para la presión, sonda para la temperatura, pulsioxímetro y capnógrafo) y, por último, se comenzó la ventilación mecánica y la anestesia inhalatoria con isoflurano (2%).

Todos los perros fueron tratados con antibioterapia intravenosa preoperatoria de Cefazolina en dosis de 22 mg/Kg. También recibieron analgesia regional epidural con bupivacaina (2-4 mg/Kg) o lidocaína (1-2 mg/Kg).

Intraoperatoriamente la anestesia y la analgesia se mantuvieron con la ayuda de isoflurano (1,5-1,8%) y de fentanilo (2,5-5 µg/Kg) respectivamente.

Como analgesia postoperatoria inmediata a corto plazo se administraron dos dosis de buprenorfina (8-15 µg/Kg) intravenosa en intervalos de 8 horas.

### 6.2.3. Método quirúrgico

El perro fue colocado en decúbito lateral sobre la extremidad afectada y con la contralateral en abducción para permitir el abordaje medial de la tibia y facilitar el manejo (Figura 108a). Una vez colocados todos los paños quirúrgicos e independizada la extremidad a intervenir, se realizó una incisión en la piel desde la articulación de la rodilla hasta la zona media de la diáfisis de la tibia a nivel craneomedial (Figura 108b).

A continuación, se procedió a disecar el tejido subcutáneo hasta visualizar la fascia crural y con la ayuda de un separador de Hohmann se localizó permanentemente la parte caudal de la tibia. A continuación se determinó el sitio ideal para el orificio de distracción o de Maquet. Este orificio debe situarse siempre a nivel del ápice distal de la TT, a unos milímetros del borde craneal. Los milímetros exactos se definen midiendo el ancho de la cortical de la diáfisis tibial, que corresponden aproximadamente a la mitad del tercio craneal del ancho de la tibia a nivel del ápice distal de la TT. Con una guía de broca y una broca de 1,5 mm en perros pequeños, de 2 mm en perros medianos y de 2,5 mm en perros grandes, se realizó el orificio de dilatación, manteniendo un plano ortogonal a la tibia y realizando irrigación continua de la broca para prevenir la presentación de osteonecrosis (Figura 109).



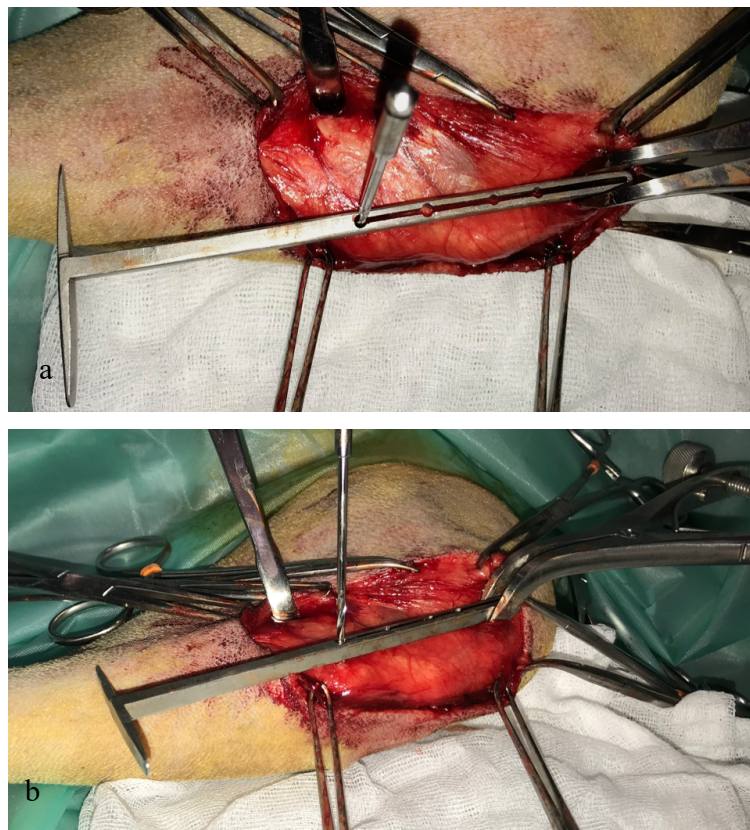
**Figura 108:** Detalle de la técnica realizada. **a.** Detalle de la colocación de la extremidad a operar. **b.** Detalle de la incisión en piel.



**Figura 109:** Detalle de la realización del orificio de distracción o de Maquet. **a.** Vista desde craneal. **b.** Vista desde medial.



Posteriormente, se marcó un punto por la cara medial de la articulación correspondiente con la prominencia ósea situada cranealmente al surco que alberga el M. extensor digital largo y se introdujo una aguja de Kirschner de 1,2 mm para marcar el límite de seguridad de la osteotomía. Seguidamente, se realizó una incisión con una hoja de bisturí del n.º 15 y a través de la misma se introdujeron las puntas del distractor en el sitio donde estaba la aguja, para facilitar el posicionamiento posterior de la guía de corte entre él y una broca colocada en el orificio de distracción (Figura 110).



**Figura 110:** Detalle de la fijación de la guía de corte al distractor y a la broca.  
**a.** Vista desde medial. **b.** Vista desde craneal.

Una vez posicionada la guía de corte, se realizó la osteotomía con una sierra oscilante, terminando el corte de la porción distal sin la ayuda de la guía, porque la colocación de la broca en el orificio de Maquet no permite la realización completa de la osteotomía al chocar la hoja de corte contra la sierra.

A continuación, con la ayuda de la “T” de la guía de corte, se separaron mínimamente los bordes de la osteotomía, lo justo para permitir la colocación de las palas de la punta del distractor en la osteotomía. Una vez posicionado el distractor, se inició la distracción

progresiva a una velocidad de 0,5 mm cada 30 segundos hasta alcanzar el adelantamiento necesario (Figura 111).



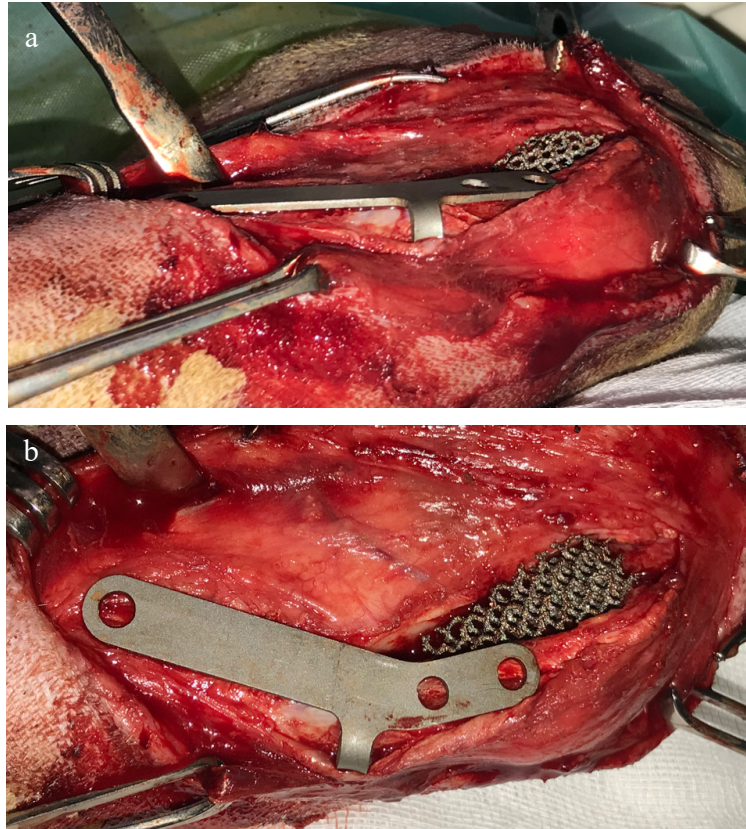
**Figura 111:** Detalle de la distracción progresiva del defecto creado por la osteotomía.

Durante la distracción se aprovecho para medir la profundidad de la osteotomía y confirmar la anchura de la cuña a utilizar, se realizó el levantamiento de la fascia crural en toda la zona donde se colocaría la placa y se dobló la pestaña de la misma para facilitar el cubrimiento de la TT y que su punta quede posicionada en la zona lateral debajo del M. tibial craneal. Para esto último se realizó el levantamiento del músuclos y de la fascia de esa zona con un periostotomo, para que la pestaña encaje y no incomode al animal una vez posicionados los tornillos (Figura 112).

Cuando se alcanzó el avance necesario, se insertó cuidadosamente la cuña en el interior del defecto creado por la osteotomía, dejándola sobresalir ligeramente del borde medial, para que la cortical medial de la tibia se apoye en ella. Además, todas las cuñas se colocaron a uno o dos milímetros del borde proximal de la tibia, evitando que no entrasen en la articulación y no incomoden la función del Lig. rotuliano. En algunos casos fue necesario recortar una o dos filas de la porción distal de la cuña, pues la conformación individual de la tibia de cada animal no permitía su inserción correcta. Por último, una vez colocada la cuña y antes de fijar la placa sobre la TT y la diáfisis de la tibia se realizó el test de compresión tibial para confirmar que se había anulado el empuje craneal de la



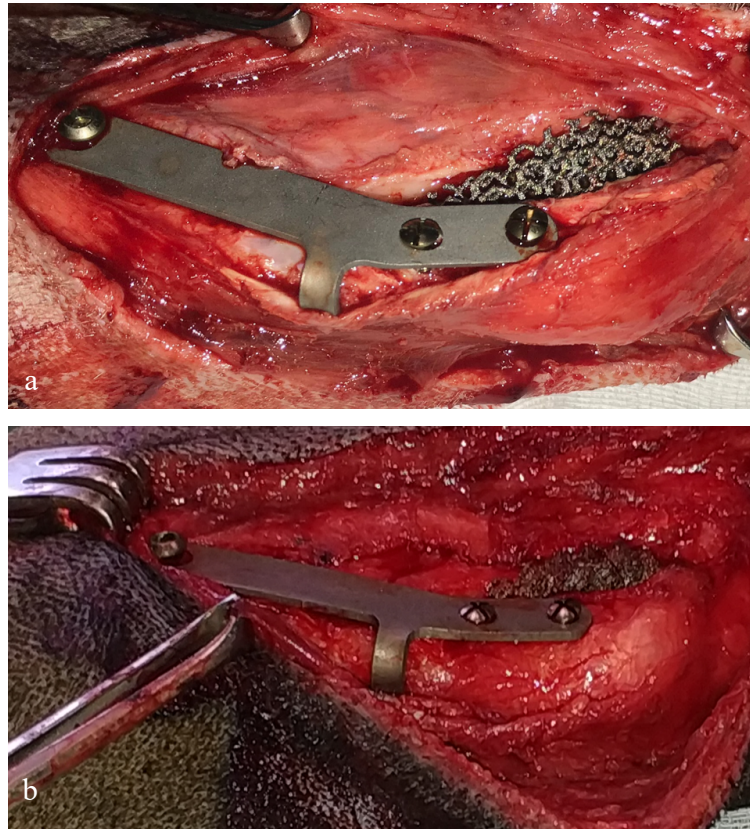
tibia. En el caso de que el test del cajón indirecto fuera positivo, se procedía a sustituir la cuña por una más ancha para lograr un avance mayor de la TT.



**Figura 112:** Detalle de la colocación de la placa en su sitio, después de haber doblado la pestaña y levantado la fascia y el M. tibial craneal para que encaje. **a.** Vista desde craneal. **b.** Vista desde medial.

La ubicación de la placa se determinó de tal manera que el orificio de distracción y el tornillo distal estuvieran a una distancia prudencial para evitar fracturas y que el tornillo proximal estuviera justo distal a la inserción del Lig. rotuliano, en la zona más ancha de la TT. El primer tornillo colocado fue el distal y no se roscó totalmente hasta que no estuviera colocado el segundo tornillo (el más proximal) en la TT. Por último, se colocó el segundo tornillo de la TT (Figura 113). El diámetro del tornillo distal situado en la diáfisis de la tibia fue siempre superior al de los tornillos situados en la TT.

Para finalizar el procedimiento quirúrgico, se procedió la sutura de los abordajes quirúrgicos. Todos los cierres se hicieron por planos, empezando con la fascia crural que recubrió la placa y los tornillos, luego el tejido subcutáneo y para terminar la piel.



**Figura 113:** Detalle del posicionamiento final de la placa con pestaña.  
**a.** Vista desde medial. **b.** Vista desde craneal.

El material empleado para el cierre de fascia y subcutáneo fue una sutura absorbible sintética a medio plazo monofilamento de poligliconato (Monosyn®, B. Braun VetCare, S.A.) de 0 y 2/0, y para piel se empleó una sutura no absorbible sintética monofilamento de poliamida (nylon) (Dafilon®, B. Braun VetCare, S.A.) de 0 y 2/0. Los patrones empleados fueron continuos para fascia y subcutáneo, y en piel se empleó en algunos casos un patrón continuo intradérmico y en otros puntos sueltos simples y en “X”.

También se midió el tiempo total empleado para la realización de la técnica, empezando desde la primera incisión en piel y finalizando con el último punto de cierre de la piel. Todos los datos fueron registrados en detalle en las fichas correspondientes a cada caso.

#### 6.2.4. Método postoperatorio hasta la retirada de puntos

Inmediatamente después de finalizar la cirugía se realizaron radiografías de la rodilla intervenida en dos proyecciones (ML y CdCr) para confirmar la correcta colocación de la cuña, de la placa y de los tornillos. En algunos casos la proyección ML evidenció una

fisura distal de la TT que no se había detectado intraquirúrgicamente y se registró en la ficha (Figura 114).



**Figura 114:** Estudio radiológico inmediatamente posterior a la cirugía del caso n.º 61. **a.** Proyección ML. Nótese la superposición de los cóndilos femorales, la colocación centrada en la diáfisis del tornillo distal y la colocación de la cuña, lo más proximal posible para evitar el efecto palanca que podría crear el Lig. rotuliano al traccionar proximalmente de su inserción distal. **b.** Proyección CdCr. Con esta proyección se evalúa la correcta colocación de los tornillos de la TT y de la diáfisis tibial así como el correcto contorneo de la pestaña de la placa.

Posteriormente se colocó en todos los casos un vendaje de Robert Jones modificado que se cambió a las 24-72 horas y que se intentó mantener durante 8-10 días.

Los animales fueron dados de alta con la siguiente medicación para su administración vía oral: tramadol (3 mg/Kg cada 8-12 horas), cefalexina (22 mg/Kg cada 12 horas durante 10 días) (Rilexine 300 y 600 mg, Virbac S.A., 1ère avenue – 2065 m L.I.D., 06516 Carros, Francia), firocoxib (5 mg/Kg cada 24 horas durante 10 días) y omeprazol (0,7 mg/Kg cada 24 horas durante 10 días) (Omeprazol Cinfamed 20 mg, Laboratorios Cinfa, S.A., Carretera Olaz-Chipi, 10, Polígono Industrial Areta, 31620 Huarte, Navarra, España). Se recomendó el uso de collar isabelino hasta dos días después de la retirada de puntos.

Los puntos se retiraron a los 10-12 días en los casos en los que se habían sido aplicadas suturas en piel. Se apuntaron todas las complicaciones que pudieran presentarse hasta la primera revisión ortopédica con estudio radiológico programado.

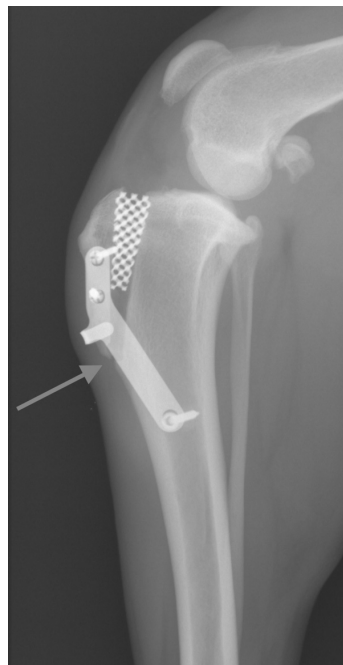
En la visita de la retirada de los puntos, se le recomendó a los propietarios que mantuvieran a la mascota en reposo absoluto durante las tres primeras semanas de la cirugía, dando paseos con correa corta de máximo 5 minutos.

#### 6.2.5. Método postoperatorio a largo plazo

En el postoperatorio a largo plazo se hicieron 3 seguimientos clínicos y radiológicos a las 3, 6 y 12 semanas.

La primera revisión clínica y radiológica se realizó a las **tres semanas postoperatorias**, y durante la misma se ejecutaron nuevamente todas las pruebas del examen ortopédico de la primera visita preoperatoria y se apuntaron en la ficha de cada animal.

En esta visita se realizó una radiografía de la rodilla solo en proyección ML y con el perro sin anestesiarse. Este estudio tenía la única finalidad de observar la correcta ubicación de los implantes y confirmar que ninguno se había movilizándose (Figura 115).



**Figura 115:** Proyección ML con animal sin sedar a las 3 semanas del caso n.º61. La flecha indica la fisura distal de la TT sin desplazamiento por acción de la pestaña. Aún están presentes signos de inflamación de la cápsula y de la articulación.

En algunos casos se encontraron signos de complicación durante esta cita. Cuando se observaron se tomaron las medidas oportunas para cada caso y paciente:

- a. Si había signos de infección en piel se procedió a prolongar el tratamiento antibiótico durante 10 días más.
- b. Si se presentaban cojeras tras traumatismos con fisura distal de la TT y/o avulsión confirmada con el estudio radiográfico, se recomendó reposo y se hizo manejo de dolor e inflamación.
- c. Si se observaba dermatitis tras lamido de la herida, se recetó una crema tópica para hidratar y aliviar el prurito con centella asiática y neomicina (Blastoestimulina Pomada al 1%, con Centella asiática 10 mg/1 g y Neomicina 3,5 mg /1 g, Almirall, S.A., Ronda General Mitre, 151 08022 Barcelona, España), y para prevenir la infección en algunos casos se recetó además antibiótico durante 10 días.

Si la evolución era favorable se recomendaba el retorno progresivo a la actividad habitual, aumentando paulatinamente la duración de los paseos con correa, pero evitando aún correr y jugar con otros perros.

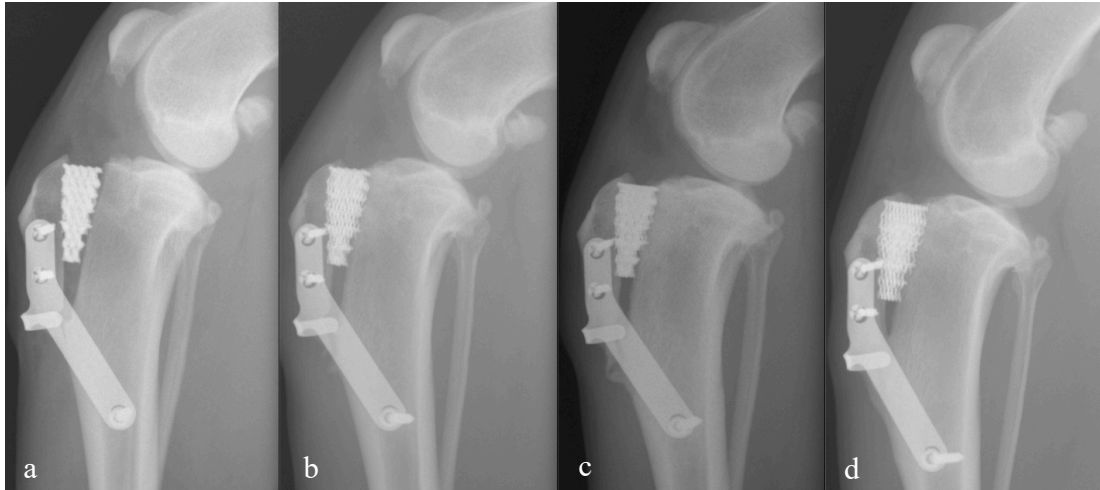
El segundo control clínico y radiológico se llevó a cabo a las **6 semanas de la cirugía**, repitiéndose las pruebas físicas y ortopédicas de la primera visita y de la primera revisión.

Se realizó un estudio radiológico de la rodilla bajo sedación con dexmedetomidina (3 µg/Kg), butorfanol (0,2 mg/Kg) y solo en caso de ser necesario bolos de propofol de 1 mg/Kg. Se obtuvieron dos proyecciones radiológicas de la rodilla (ML y CdCr) para valorar el progreso de la cirugía, con la formación de callo óseo y la evolución de la OA.

Se volvieron a anotar las complicaciones que se observaron en esta revisión y se tomaron medidas acorde a cada caso, como se hizo en el control anterior: si se presentaba cojera puntual tras traumatismo se mandó reposo y antiinflamatorio y si había mucha cojera en frío con una imagen compatible con OA, se recomendó el uso de condroprotectores por ciclos (Cndrovet Force HA®, Bioiberica S.A.U., Plaza Francesc Macià, 7, 08029 Barcelona, España). Si la evolución era favorable se recomendaba comenzar con

ejercicios suaves de musculación, prescindiendo de forma progresiva del control del animal con correa.

En la tercera y última revisión, aproximadamente a las **12 semanas postoperatorias** (3 meses), se repitieron exactamente los mismos pasos que en la segunda. Si todo estaba dentro de lo esperado se procedía a dar el alta quirúrgica (Figura 116).



**Figura 116:** Evolución de la proyección ML de la rodilla del caso n.º 60.

**a.** Control postoperatorio inmediato. **b.** Control de las 3 semanas. **c.** Control de las 6 semanas. **d.** Control de las 12 semanas. Nótese la formación de callo óseo en la fisura distal de la TT sin desplazamiento y la siguiente remodelación del hueso. También es destacable la formación de hueso en el defecto creado debajo de la cuña y el progresivo puente óseo encima de la misma.

#### 6.2.6. Método de valoración clínica y radiológica

Para poder tabular los datos correspondientes a la valoración clínica y radiológica, se decidió asignar un valor numérico a cada ítem, simplificando el manejo de datos.

##### 6.2.6.1. Método de valoración clínica funcional

En la valoración funcional de la rodilla se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- **Dolor:** 0 correspondió a ausencia de dolor, 1 a dolor leve, 2 a dolor moderado y 3 a dolor severo.
- **Grado de flexión:** 0 corresponde a una flexión normal, 1 a una ligera limitación y 2 a una severa limitación.



- **Grado de extensión:** 0 corresponde a una extensión normal, 1 a una ligera limitación y 2 a una severa limitación.
- **Grado de atrofia muscular:** 0 denota la ausencia de atrofia, 1 una leve atrofia y 2 una severa atrofia.
- **Presencia de crepitación:** 0 es la ausencia y 1 la presencia de la misma.
- **Situación del apoyo en estación:** 0 corresponde a un apoyo normal, 1 al desplazamiento de la carga en la extremidad contralateral, 2 a un apoyo con los dedos y 3 a una ausencia de apoyo.
- **Grado de cojera:** 0 es la ausencia de la misma, 1 corresponde a una cojera grado I, 2 a una grado II, 3 a una grado III y 4 a una grado IV de no apoyo.

La suma de estos ítems sirvió para determinar cuantitativamente la funcionalidad de la rodilla dando un valor comprendido entre 0 y 17 nombrado **Limitación Funcional de la Rodilla (LFR)**.

#### *6.2.6.2. Método de valoración de la presencia y de la evolución de la osteoartrosis*

La OA en la rodilla se debe a la inestabilidad de la articulación. Este estudio describe la evolución de la misma en los animales intervenidos hasta 3 meses después de la realización de la cirugía.

Se realizaron controles radiológicos con dos proyecciones ML y CdCr en el preoperatorio y en las revisiones de las 6 y 12 semanas. En la valoración radiológica se puntuaron de 0 a 3, según el grado de degeneración observado, los 12 sitios descritos en la Escala de Bioarth (labios de la tróclea, polos proximal y distal de la rótula, cóndilos femorales, TT, huesos sesamoideos de los Mm. gastrocnemios, superficie articular proximal de la tibia en las dos proyecciones, borde condilar lateral del fémur, borde condilar medial del fémur, fosa intercondílea del fémur, cabeza del peroné y borde del cóndilo medial de la tibia).

Gracias a estas puntuaciones se determinó si hubo ausencia de artrosis (0- 2), leve artrosis (3-8), artrosis moderada (9- 18) o artrosis severa (>18). Esta valoración en el tiempo permitió determinar si la OA se mantuvo igual o empeoró en los 3 meses postoperatorios.

En las figuras 117 y 118 se pueden observar las fichas usadas para la recolección de datos pre y postoperatorios (a las 3 semanas). Las fichas de las 6 y 12 semanas fueron iguales a la de las tres semanas.



FICHA CLÍNICA Nº

Paciente y n.º:	Raza:	Tamaño raza:	Peso:
Propietario:	Edad:	Condición corporal: 1 2 3 4 5	Sexo:
Anamnesis traumático: si no			
Exploración física y signos		FECHA:	
Extremidad:	Derecha Izquierda		
Aparición primeros síntomas hace: 0 1 2 3			
Signo de cajón:		sin cajón	cajón evidente
Grado de dolor a la flex y ext:		0 1 2 3	Compresión tibial: negativa positiva
Flexión:	0 1 2	Presencia de crepitación: 0 1	
Extensión:	0 1 2		
Atrofia muscular:	0 1 2		
Apoyo en estación:	0 1 2 3		
Cojera:	si no	Grado de cojera:	I II III IV
PUNTUACIÓN LFR: /17			
Signos de artrosis día 0 (puntuación del 0 al 3: sin, leve, moderada, severa):			
Labios tróclea:	Polo proximal rótula:	Polo distal rótula:	Cóndilos femorales:
Tuberosidad tibial:	Sesamóideo gastrocnemio:	Meseta tibial:	Epicóndilo lateral:
Epicóndilo medial:	Fosa intercondílea:	Borde cóndilo medial tibia:	Cabeza peroné:
GRADO ARTROSIS (sin (0-2), leve (3-8), moderada (9-18) y severa (+18)):			

Figura 117: Fichas clínicas usadas para la recolección de datos prequirúrgicos.

FICHA DE QUIRÓFANO N°

Avance requerido calculado:	Cuña utilizada:	x
Placa utilizada:		
Diámetro tornillos tuberosidad tibial:		
Diámetro tornillos diaffisis tibial:		
Tiempo quirúrgico:	min	Complicaciones quirúrgicas (si hubiera):

FICHA POSTOPERATORIA A LAS 3 SEMANAS

Signo de cajón:	sin cajón	cajón evidente	Compresión tibial:	positiva	negativa		
Grado de dolor a la flex y ext:	0	1	2	3			
Flexión:	0	1	2	Presencia de crepitación: 0 1			
Extensión:	0	1	2				
Atrofia muscular:	0	1	2				
Apoyo en estación:	0	1	2			3	
Cojera:	si	no	Grado de cojera:	I	II	III	IV
PUNTUACIÓN LFR:	/17						

Signos de artrosis día 15 (puntuación del 0 al 3: sin, leve, moderada, severa):			
Labios tróclea:	Polo proximal rótula:	Polo distal rotula::	Cóndilos femorales:
Tuberosidad tibial:	Sesamoides gastrocnemio:	Meseta tibial:	Epicóndilo lateral:
Epicóndilo medial:	Fosa intercondílea:	Borde cóndilo medial tibia:	Cabeza peroné:
GRADO ARTROSIS (sin (0-2), leve (3-8), moderada (9-18) y severa (+18)):			
Complicaciones:	Menores:		
	Mayores:		

Figura 118: Ficha de quirófano y postoperatoria.

#### 6.2.9. Método estadístico

Para describir las variables categóricas, se utilizaron tablas que expresen las frecuencias relativas y absolutas de cada categoría.

Los tres objetivos específicos fueron analizados individualmente. Se describieron las complicaciones, se evaluó el progreso de las 7 variables de la LFR y de la OA para establecer si su evolución en el tiempo fue positiva y significativa.

El cuarto objetivo se cumplió evaluando posibles relaciones entre el tamaño de la placa, de la cuña y la presencia de complicaciones.

Para establecer la mejoría y evaluar las relaciones, según la naturaleza de las variables implicadas, se usaron pruebas paramétricas (Test de T de Student, Correlación de Pearson, Tabla de contingencia con Chi cuadrado, ANOVA y Test de Duncan) o no paramétricas (Correlación de Spearman, Test de Signed Rank of Wilcoxon).



## **Resultados**



## 7. Resultados

### 7.1. Descripción de los resultados en base a la frecuencia relativa

#### 7.1.1. Referentes a los animales incluidos en el estudio

Los animales incluidos en el estudio fueron los que llegaron a la consulta de traumatología y cirugía ortopédica del Servicio de Cirugía de Pequeños Animales del HCVC de la Facultad de Veterinaria de la UCM y que fueron diagnosticados de RLCCr a través de la prueba del cajón directo y/o de la prueba de compresión tibial, y en los que además se confirmó la presencia, en los estudios radiológicos realizados, de signos radiológicos compatibles con RLCCr. El registro de datos se inició en septiembre de 2017 y concluyó en septiembre de 2019. En total se realizaron 65 cirugías de TTA en un total de 61 perros.

Los 61 animales incluidos en este trabajo se distribuyeron en 17 razas diferentes (Tabla 1). En cuatro individuos la afectación fue bilateral y las razas implicadas en estos casos fueron American Staffordshire Terrier (2 casos), Labrador Retriever (1) y mestizo (1). La raza afectada más común fue la mestiza, siendo los animales del grupo de 10-30 Kg y de 30-50 Kg los más afectados, como se plasma en la tabla 2.

Raza	N	%
Mestizo	18	27,69
Labrador Retriever	8	12,31
American Staffordshire Terrier	8	12,31
Pastor Alemán	6	9,23
Bóxer	4	6,15
Mastín Español	4	6,15
Golden Retriever	3	4,62
Pitbull Terrier Americano	3	4,62
Braco Alemán	2	3,08
West Highland White Terrier	2	3,08
Chow chow	1	1,54
Podenco portugués	1	1,54
Rottweiler	1	1,54
Schnauzer medio	1	1,54
Shar Pei	1	1,54
Spaniel Bretón	1	1,54
Yorkshire Terrier	1	1,54
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 1:** Distribución de razas afectadas.

Tamaño de mestizo	N	%
Mestizo pequeño (< 10 Kg)	4	22,22
Mestizo mediano (10-30 Kg)	6	33,33
Mestizo grande (30-50 Kg)	7	38,89
Mestizo gigante (> 50 Kg)	1	5,56
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 2:** Distribución del tamaño de los perros mestizos incluidos en el estudio.

El peso de los perros de esta investigación ha sido muy variable, oscilando desde 4 hasta 76 Kg, dependiendo de la raza del animal y de su índice de CC. El peso medio fue de 32,09 Kg, con una desviación estándar de 16,1 Kg.

Los valores de la tabla 3 indican los rangos de peso que tuvieron los animales en el momento de la cirugía, siendo el rango de 30-50 Kg el que más animales tuvo (el 46,15% del total).

Peso (Kg)	N	%
< 10	6	9,23
≥ 10 - < 30	21	32,31
≥ 30 - < 50	30	46,15
≥ 50	8	12,31
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 3:** Distribución de casos según el peso de los animales.

La distribución de los casos en función de que los perros fueran de raza pequeña, mediana, grande y gigante se refleja en la tabla 4, considerando como raza pequeña los perros con pesos entre 1 y 10 Kg, como raza mediana los de 10-30 Kg, los de raza grande de 30 a 55 Kg y los de raza gigante los de más de 55 Kg. Todos los animales fueron evaluados en función de su CC, en caso de que esta última fuera superior o inferior a 3/5 se los recategorizó con su peso ideal, para evitar valores erróneos. Los resultados muestran una distribución muy similar en perros afectados de razas de 10-30 Kg y de 30-55 Kg.

Tamaño de la raza	N	%
Raza pequeña	6	9,23
Raza mediana	25	38,46
Raza grande	28	43,07
Raza gigante	6	9,23
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 4:** Distribución de las razas según el tamaño de los perros incluidos en este estudio.



El índice de CC de los perros en el momento de la cirugía fue otro factor que se tomó en consideración. La mayoría de los perros presentaron un índice de CC de 3 en el momento de la cirugía (76,92%) (Tabla 5).

Índice de CC	N	%
1	-	-
2	1	1,54
3	50	76,92
4	10	15,38
5	4	6,15
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 5:** Distribución de los casos según el índice de condición corporal.

La distribución por sexos fue muy similar: 33 fueron hembras (50,77%) y 32 machos (49,23%) (Tabla 6).

Sexo	N	%
<b>Hembras</b>	33	50,77
<b>Machos</b>	32	49,23
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 6:** Distribución de casos según el sexo de los animales.

La edad de los animales afectados osciló entre 1 y 12 años, con una media de 5,9 años y una desviación estándar de 2,7 años. El rango de edad entre 3 y 6 años fue el que más individuos tuvo (43,08% del total de animales intervenidos) (Tabla 7).

Rango de edad	N	%
0 a < 3	5	7,69
≥ 3 a < 6	28	43,08
≥ 6 a < 9	20	30,77
≥ 9 a ≤ 12	12	18,46
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 7:** Distribución de casos según rangos de edad.

En la tabla 8 están detallados todos los casos de este estudio, en cuanto a raza, peso, índice de CC, sexo y edad.

N	Raza	Peso (Kg)	CC	Edad (años)	Sexo	N	Raza	Peso (Kg)	CC	Edad (años)	Sexo
1	Shar Pei	16,0	3	12	h	34	Pastor Alemán	39,0	3	5	h
2	Mestizo	32,0	3	9	m	35	Pastor Alemán	30,0	3	6	h
3	Mestizo	5,0	3	6	h	36	American Staffordshire Terrier	30,0	3	5	h
4	Labrador Retriever	44,0	5	5,5	m	37	American Staffordshire Terrier	26,0	3	4,5	h
5	Pitbull Terrier Americano	28,0	3	5	m	38	American Staffordshire Terrier	29,0	3	6	m
6	Bóxer	30,0	3	1	m	39	Yorkshire Terrier	5,3	5	8	h
7	Mestizo	4,0	3	11	h	40	Labrador Retriever	55,0	5	3	m
8	Mestizo	24,0	3	4	h	41	American Staffordshire Terrier	29,8	3	3	h
9	Braco Alemán	33,0	3	2	m	42	Rottweiler	36,8	3	3	h
10	American Staffordshire Terrier	35,0	4	2,5	m	43	Mastín Español	68,0	3	4	m
11	Mastín Español	75,0	4	4	h	44	Bóxer	27,0	3	8	h
12	Pitbull Terrier Americano	21,0	3	8	h	45	Braco Alemán	22,0	2	9	m
13	American Staffordshire Terrier	32,5	3	4	h	46	Mestizo	6,0	3	6	h
14	Golden Retriever	32,0	3	4	h	47	Labrador Retriever	55,0	4	9	m
15	Golden Retriever	28,0	3	5	h	48	American Staffordshire Terrier	30,0	3	5	h
16	Bóxer	35,2	3	3	m	49	Mestizo	9,6	3	12	m
17	Mestizo	35,0	3	5	m	50	Labrador Retriever	33,0	3	10	m
18	Labrador Retriever	40,0	3	8	m	51	Labrador Retriever	50,0	5	7	m
19	Mestizo	29,4	4	7	m	52	Pastor Alemán	40,0	3	4	h
20	Labrador Retriever	35,0	3	4	m	53	Pitbull Terrier Americano	27,5	3	3	m
21	Chow chow	31,5	4	4	h	54	Podenco Portugués	8,2	3	6	h
22	Mastín Español	76,0	3	3	m	55	Pastor Alemán	38,0	3	4	h
23	Pastor Alemán	41,0	3	6	m	56	Bóxer	32,1	4	8,5	h
24	Breton	16,0	4	7	h	57	Mestizo	32,0	3	2,5	h
25	Schnauzer medio	15,0	4	10	h	58	Mestizo	68,0	3	5	m
26	Mestizo	47,5	3	3	m	59	West Highland White Terrier	11,2	3	10	h
27	American Staffordshire Terrier	29,8	3	3	h	60	Labrador Retriever	31,0	3	6	h
28	Pastor Alemán	40,0	3	6	m	61	Mestizo	27,0	3	3	h
29	West Highland White Terrier	11,5	4	7	m	62	Mestizo	33,0	3	10	m
30	Mastín Español	68,0	3	2,5	m	63	Mestizo	24,0	3	5	h
31	Mestizo	34,8	3	9,5	m	64	Golden Retriever	42,0	4	6,5	m
32	Mestizo	14,0	3	7	h	65	Mestizo	31,0	3	6,5	m
33	Mestizo	20,0	3	12	m						

**Tabla 8:** Detalle de los datos de todos los casos del estudio (m: macho, h: hembra).

## 7.1.2. Referentes a los signos clínicos presentados por los animales incluidos en el estudio

La mayoría de las rodillas intervenidas en los 65 perros del estudio fue izquierda (58,46%) (Tabla 9).

Extremidad afectada	N	%
Derecha	27	41,54
Izquierda	38	58,46
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 9:** Distribución de los casos según la rodilla afectada.

La mayoría de los perros atendidos se presentaron en la consulta en las primeras 4 semanas tras la aparición de los signos clínicos (53,85% de los casos de RLCCr intervenidos). En la tabla 10 se reflejan los casos distribuidos según el tiempo transcurrido desde la aparición de los primeros síntomas de RLCCr hasta que se realizó el tratamiento quirúrgico.

Tiempo de aparición de los signos clínicos	N	%
< 4 semanas	35	53,85
5-8 semanas	14	21,54
9-24 semanas	7	10,77
> 24 semanas	9	13,85
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 10:** Distribución de los casos según el tiempo transcurrido desde la aparición de los síntomas hasta el tratamiento quirúrgico.

Al realizar la anamnesis, solo se confirmó una presentación traumática de la RLCCr en el 50,77% de los cruzados intervenidos y no traumática en el resto (Tabla 11).

Presentación traumática	N	%
Si	33	50,77
No	32	49,23
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 11:** Distribución de los casos según la presentación traumática o no.

Durante el registro de datos en el momento de la exploración clínica se controló la presencia o no de cajón directo y la presencia o no de compresión tibial. Un total de 50 casos (76,92%) presentaron ambas pruebas positivas, ninguno con ambas pruebas negativas y el resto con al menos una de las dos siendo claramente positiva (Tabla 12).

Presencia de cajón directo	Presencia de compresión tibial	N	%
+	+	50	76,92
+/-	+	11	16,92
+/-	-	1	1,54
+/-	+/-	2	3,08
-	+	1	1,54
-	-	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 12:** Distribución de los casos según el resultado de las pruebas de cajón directo y de compresión tibial del examen ortopédico en el momento de la primera consulta (+: positivo; -: negativo; +/-: dudoso).

### 7.1.3. Referentes a la técnica quirúrgica aplicada.

La cuña porosa más empleada en las TTA realizadas en los 65 casos de este estudio fue la de 9 mm de avance (56,92%). En la tabla 13 se puede ver el resto de distribución de la anchuras de las cuñas empleadas.

Anchura de cuña utilizada (mm)	N	%
3	2	3,08
4,5	5	7,69
6	3	4,62
7,5	9	13,85
9	37	56,92
10,5	4	6,15
12	5	7,69
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 13:** Distribución de los casos según el ancho de la cuña utilizada (avance de la TT requerido).

Con respecto a las placas con pestaña utilizadas, las más empleadas fueron la 7L-T y la 8S-T (35,28% y 36,92% respectivamente). La tabla 14 refleja el número de casos que empleó cada uno de los diferentes tamaños de placa.

Placa utilizada	N	%
4M-T	2	3,08
4L-T	2	3,08
7S-T	1	1,54
7M-T	6	9,23
7L-T	23	35,38
8S-T	24	36,92
8L-T	7	10,77
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 14:** Distribución de los casos según la placa con pestaña utilizada.

Los diámetros de los tornillos empleados en la TT y en la diáfisis de la tibia se pueden encontrar en la tablas 15 y 16 respectivamente. El diámetro de tornillo usado más frecuentemente en la fijación de la placa sobre la TT fue el de 2,4 mm (83,08% de los casos intervenidos) y en la diáfisis de la tibia fue el de 2,7 mm (73,85% de los casos intervenidos).

Tornillos usados en la TT (mm)	N	%
2,0	11	16,92
2,4	54	83,08
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 15:** Diámetro de los tornillos usados en la fijación de la placa sobre la TT.

Tornillos usados en la diáfisis (mm)	N	%
2,0	1	1,54
2,4	7	10,77
2,7	48	73,85
3,5	9	13,85
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 16:** Diámetro de los tornillos usados en la fijación de la placa a la diáfisis de la tibia.

La mayoría de las intervenciones se desarrolló entre 60-70 minutos (60% de los casos intervenidos). El tiempo medio de duración de las mismas fue de 65 minutos, con una desviación estándar de 11,38 minutos. El rango de tiempos osciló de un mínimo de 45 minutos a un máximo de 100 minutos. La tabla 17 refleja la distribución de los tiempos de cirugía del estudio.

Tiempo quirúrgico (minutos)	N	%
< 60	15	23,08
60-70	39	60,00
> 70	11	16,92
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 17:** Tiempos quirúrgicos empleados en realizar la técnica.

## 7.2. Caracterización de las complicaciones intra y postoperatorias observadas

El primer objetivo específico de esta investigación, planteó una caracterización de las complicaciones encontradas en el estudio de la variante de TTA Porosa con placa con pestaña. Para el efecto se dividieron las complicaciones en intraoperatorias, inmediatas

postoperatorias y en los tres momentos de revisión (3, 6 y 12 semanas). También se diferenciaron las complicaciones menores (que no requirieron reintervención quirúrgica) de las mayores (que requirieron reintervención quirúrgica).

#### 7.2.1. Complicaciones intraoperatorias

La única complicación menor que se presentó durante las cirugías fue no dejar suficiente hueso por delante de la osteotomía de la TT que obligó a tomar la decisión de colocar un único tornillo en vez de dos en la fijación de la placa a la TT. Esto ocurrió en 3 casos (4,62%): un mestizo de Yorkshire Terrier de 4 Kg y 11 años (Caso n.º 7), un West Highland White Terrier de 11,5 Kg y 7 años (Caso n.º 29) y un Yorkshire Terrier de 5,3 Kg y 8 años (Caso n.º 39). No hubo complicaciones mayores intraoperatorias.

#### 7.2.2. Complicaciones inmediatas postoperatorias

En las radiografías realizadas en el momento inmediatamente postoperatorio se verificó la fisura distal de la TT en 9 casos (13,85%) como complicación menor. No hubo complicaciones mayores.

#### 7.2.3. Complicaciones postoperatorias a las tres semanas

En la revisión de las tres semanas se presentaron algunas complicaciones menores que suponen el 47,69% del total de las cirugías (Tabla 18). Ninguna necesitó una reintervención quirúrgica, por lo que no hubo complicaciones mayores.

<b>Complicaciones menores observadas en la primera revisión postoperatoria</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Fractura distal y ligera avulsión tras traumatismo	15	23,08
Fisura distal tras traumatismo	8	12,31
Cojera tras traumatismo	3	4,62
Infección herida piel	2	3,08
Fisura entre dos tornillos TT y cojera aguda tras traumatismo	1	1,54
Dermatitis tras lamido	1	1,54
Rotura del implante (cuña)	1	1,54
Ninguna	34	52,31
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 18:** Complicaciones menores registradas a las tres semanas.

#### 7.2.4. Complicaciones postoperatorias a las seis semanas

Las complicaciones menores registradas en la revisión de las seis semanas se presentaron en un 10,77% de los casos (Tabla 19). La más frecuente fue la persistencia de una cojera en la extremidad intervenida tras traumatismo (6,15%), generalmente relacionada con la ausencia de reposo recomendado o con una caída o un golpe. Ninguna necesitó una reintervención quirúrgica, por lo que no hubo complicaciones mayores.

Complicaciones menores observadas en la segunda revisión postoperatoria	N	%
Cojera tras traumatismo	4	6,15
Cojera en frío	1	1,54
Rotura de implante (tornillo proximal de la TT se rompió y se desplazó)	1	1,54
Dermatitis	1	1,54
Ninguna	58	89,23
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 19:** Complicaciones menores registradas a las seis semanas.

#### 7.2.5. Complicaciones postoperatorias a las doce semanas

La complicación menor registrada en la revisión de las 12 semanas fue la presentación de una cojera en frío que los propietarios comentaron que desaparecía al caminar y trotar, y que fue observada en 4 casos (6,15%).

Además uno de los pacientes presentó una infección por lamido después de que los propietarios colocaran una rodillera en la zona de la herida. Esta infección se intentó manejar con antibióticos, pero después de una reincidencia, se optó por retirar la placa y los tornillos y realizar un lavado quirúrgico de la zona. Por este motivo es considerada como una complicación mayor fuera del tiempo de estudio (se realizó en la semana 16). Los tornillos y la placa se enviaron a patología para la realización de un cultivo y antibiograma que remarcó la presencia de *Enterococcus faecalis*, bacteria común en el tracto digestivo de los perros, que posiblemente colonizó la herida por lamido. La infección remitió tras la cirugía y se procedió a dar el alta quirúrgica a los 5 meses postoperatorios desde la realización de la TTA.

Los porcentajes de todas las complicaciones menores de la tercera revisión pueden observarse en la tabla 20 y suponen el 7,69% del total de los casos intervenidos.

Complicaciones menores observadas en la tercera revisión postoperatoria	N	%
Cojera en frío	4	6,15
Infección por lamido	1	1,54
Ninguna	60	92,31
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 20:** Complicaciones menores registradas a las doce semanas.

La presencia de complicaciones menores a las tres, seis y doce semanas no se relacionó estadísticamente ni con la extremidad, ni con el tamaño de la raza, ni con el peso, ni con la edad, ni con la CC, ni con el momento de la aparición de los signos, ni con la presencia o no de una anamnesis traumática.

A modo de resumen, en la tabla 21 se detallan todas las complicaciones registradas en las revisiones realizadas en los 65 casos del estudio con el respectivo número de ficha.



Ficha	Quirúrgicas e inmediato postoperatorio	A las 3 semanas	A las 6 semanas	A las 12 semanas	Ficha	Quirúrgicas	A las 3 semanas	A las 6 semanas	A las 12 semanas
1	Fisura distal de la TT	Ninguna	Ninguna	Ninguna	36	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
3	Ninguna	Infección herida piel	Ninguna	Ninguna	39	Se coloca solo un tornillo en TT por ser muy pequeña	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
5	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	40	Fisura distal de la TT	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
7	Se coloca solo un tornillo en TT por ser muy pequeña	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	41	Ninguna	Infección herida piel	Ninguna	Ninguna
9	Fisura distal de la TT	Dermatitis tras lamido	Ninguna	Ninguna	42	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
10	Ninguna	Fisura entre los dos tornillos de la TT y cojera aguda tras traumatismo	Cojera en frío	Cojera en frío	43	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
11	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	45	Fisura distal de la TT	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Cojera tras traumatismo	Ninguna
15	Fisura distal de la TT	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	46	Fisura distal de la TT	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
18	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Cojera tras traumatismo	Ninguna	47	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
19	Fisura distal de la TT	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	48	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
20	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	49	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Infección por lamido
21	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Rotura implante (tornillo TT)	Ninguna	50	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
24	Fisura distal de la TT	Ninguna	Cojera tras traumatismo	Ninguna	56	Ninguna	Cojera tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
29	Se coloca solo un tornillo en TT por ser muy pequeña	Ninguna	Ninguna	Ninguna	57	Ninguna	Cojera tras traumatismo	Ninguna	Ninguna
30	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Cojera en frío	61	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Cojera en frío
31	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	62	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Cojera en frío
33	Fisura distal de la TT	Cojera tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	63	Ninguna	Rotura implante (cuña)	Ninguna	Ninguna
34	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna	64	Ninguna	Fractura distal y ligera avulsión de la TT tras traumatismo	Dermatitis por vendaje	Ninguna
35	Ninguna	Ninguna	Cojera tras traumatismo	Ninguna	65	Ninguna	Fisura distal de la TT tras traumatismo	Ninguna	Ninguna

**Tabla 21:** Complicaciones menores quirúrgicas registradas en el postoperatorio inmediato y en las revisiones de las 3, 6 y 12 semanas.

### 7.3. Evaluación de la funcionalidad postoperatoria de la rodilla

Como segundo objetivo específico se planteó evaluar la funcionalidad postquirúrgica de la rodilla mediante un examen objetivo particular. Como se describió anteriormente, este examen comprendió la valoración de 7 parámetros: el dolor a la manipulación de la rodilla, el apoyo de la extremidad, el grado de cojera, la limitación de la flexión y de la extensión, la presencia de crepitación y la atrofia muscular. En las siguientes tablas se realizó una descripción de la evolución en el tiempo de cada ítem y un análisis estadístico de esta evolución en cada uno de los controles: en el preoperatorio (momento 1), y en las revisiones de las 3 semanas (momento 2), 6 semanas (momento 3) y 12 semanas (momento 4).

#### 7.3.1. Dolor

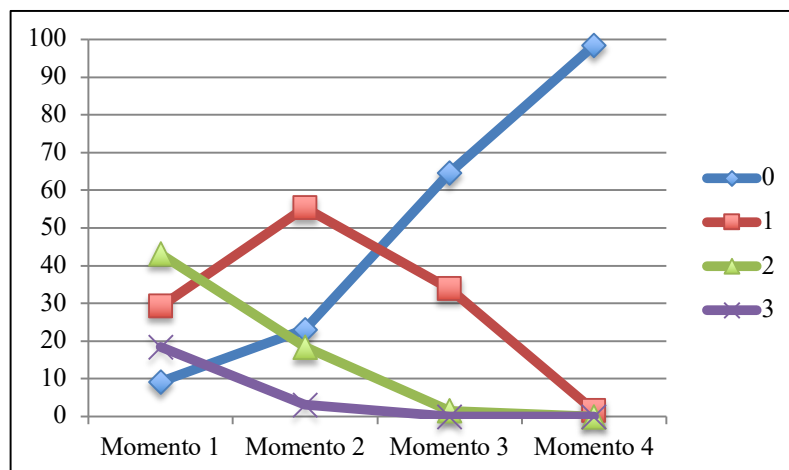
En la tabla 22 se observa la evolución de los diferentes grados de dolor en el tiempo en cada uno de los momentos. En la valoración 0 corresponde a la ausencia de dolor, 1 a un dolor leve, 2 a un dolor moderado y 3 a un dolor severo.

DOLOR	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	6	9,23	15	23,08	42	64,62	64	98,46
1	19	29,23	36	55,38	22	33,85	1	1,54
2	28	43,08	12	18,46	1	1,54	0	0,00
3	12	18,46	2	3,08	0	0,00	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 22:** Evolución de los grados de dolor en el tiempo.

Se puede observar el aumento progresivo de los casos en los que el dolor estuvo ausente (0), partiendo desde 9,23% hasta llegar al 98,46% del total de los casos operados. También se observa una disminución progresiva de los casos en los que el dolor fue moderado (2) o severo (3) (61,54%), hasta llegar a 0% en el momento 4 (Figura 119).

En el caso del dolor leve (1), el patrón es diferente ya que se observa un pico en el momento de la revisión de las tres semanas. En el resto de grados de dolor, este disminuyó progresivamente a lo largo de los diferentes momentos.



**Figura 119:** Evolución de los grados de dolor en el tiempo.

En la tabla 23 están reflejadas las frecuencias del ítem “dolor”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). En todos los valores de P, se aplicó la corrección de Bonferroni.

DOLOR		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	41	63,08	51	78,46	59	90,77
	0	15	23,08	13	20,00	6	9,23
	$\geq 1$	9	13,85	1	1,54	0	0,00
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

**Tabla 23:** Evolución en el tiempo del dolor a la manipulación de la rodilla.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) o se han mantenido (0) ha ido aumentando paulatinamente, desde un 96,16% hasta un 100,00% en la última revisión. Esta mejoría ha sido significativa en todos los momentos. Los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han ido en cambio disminuyendo, desde un 13,85% hasta un 0%.

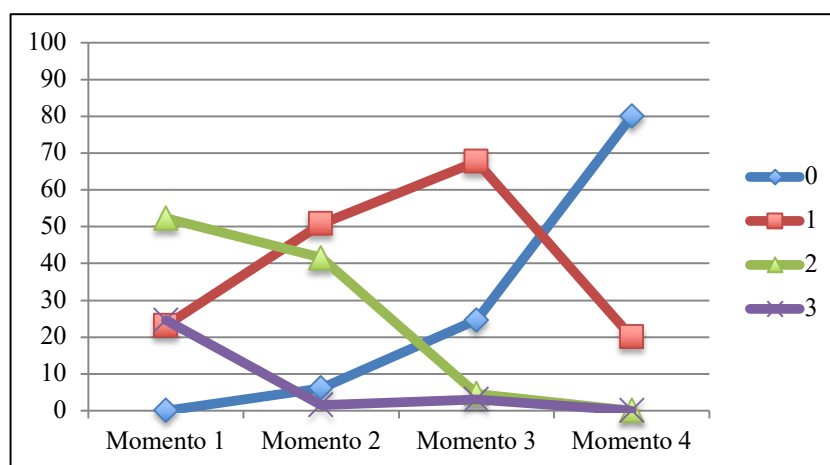
## 7.3.2. Apoyo

En la tabla 24 se observa la evolución del apoyo en el tiempo, empezando su valoración en el momento preoperatorio (momento 1), luego a las 3, a las 6 y a las 12 semanas postoperatorias (momentos 2, 3 y 4 respectivamente). En la valoración 0 corresponde a un perro con apoyo normal, 1 cuando desplaza la carga a un lado, 2 cuando apoya con los dedos y 3 cuando no apoya la extremidad.

APOYO	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	0	0,00	4	6,15	16	24,62	52	80,00
1	15	23,08	33	50,77	44	67,69	13	20,00
2	34	52,31	27	41,54	3	4,62	0	0,00
3	16	24,62	1	1,54	2	3,08	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 24:** Evolución del apoyo en el tiempo.

Se observa el aumento progresivo de los casos en los que el apoyo es normal (0), partiendo desde 0% (momento 1) hasta llegar al 80,00% del total de los casos operados (momento 4). También se observa una disminución progresiva de los casos en los que el apoyo fue con los dedos (2) o cuando no hubo apoyo (3) hasta llegar a 0% en ambos casos. En el caso del apoyo desplazando la carga a un lado (1), el patrón fue diferente ya que se observa un aumento hasta el momento de la revisión de las doce semanas y luego una disminución brusca; en los otros momentos el apoyo mejoró progresivamente (Figura 120).



**Figura 120:** Evolución del apoyo en el tiempo.

En la tabla 25 están reflejadas las frecuencias del ítem “apoyo”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). En todos los valores de P se aplicó la corrección de Bonferroni.

		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
APOYO		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	37	56,92	53	81,54	63	96,92
	0	24	36,92	11	16,92	2	3,08
	$\geq 1$	4	6,15	1	1,54	0	0,00
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

**Tabla 25:** Evolución en el tiempo del apoyo de la rodilla.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) o se han mantenido (0) ha ido aumentando paulatinamente, desde un 93,84% hasta un 100,00% en la última revisión. Esta mejoría ha sido significativa en todos los momentos. Los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han ido en cambio disminuyendo, desde un 6,15% hasta un 0%.

### 7.3.3. Cojera

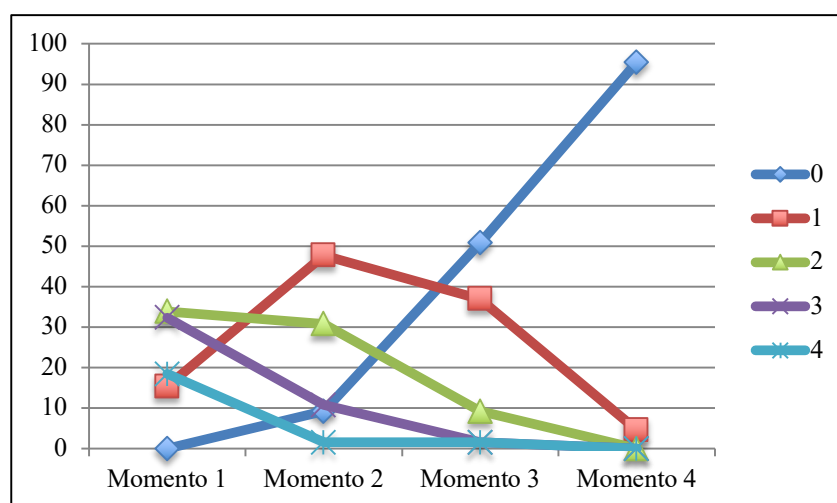
En la tabla 26 se observa la evolución de los diferentes grados de cojera en el tiempo, empezando su valoración en cada uno de los momentos. En la valoración 0 corresponde a la ausencia de cojera, 1 a una cojera grado I, 2 a una cojera grado II, 3 a una cojera grado III y 4 a una cojera grado IV.

Se puede observar el aumento progresivo de los casos en los que la cojera está ausente (0), partiendo desde 0% (Momento 1) hasta llegar al 95,38% del total de los casos operados (Momento 4). También se observa una disminución progresiva de los casos en los que la cojera fue de grado II, III y IV (2, 3 y 4 respectivamente). En el caso de la cojera grado I (1), el patrón es diferente ya que se observa un pico en el momento de la

revisión de las tres semanas, en todos los otros momentos la cojera disminuyó progresivamente (Figura 121).

COJERA	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	0	0,00	6	9,23	33	50,77	62	95,38
1	10	15,38	31	47,69	24	36,92	3	4,62
2	22	33,85	20	30,77	6	9,23	0	0,00
3	21	32,31	7	10,77	1	1,54	0	0,00
4	12	18,46	1	1,54	1	1,54	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 26:** Evolución de los grados de cojera en el tiempo.



**Figura 121:** Evolución de los grados de cojera en el tiempo.

En la tabla 27 están reflejadas las frecuencias del ítem “cojera”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). En todos los valores de P se aplicó la corrección de Bonferroni.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) o se han mantenido (0) ha ido aumentando paulatinamente, desde un 95,38% (Momento 1-2) hasta un 100,00% en la última revisión (Momento 1-4). Esta mejoría ha sido

significativa en todos los momentos. Los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han ido en cambio disminuyendo, desde un 4,62% (Momento 1-2) hasta un 0% (Momento 1-4).

		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
COJERA		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	44	67,69	58	89,23	65	100,00
	0	18	27,69	6	9,23	0	0,00
	$\geq 1$	3	4,62	1	1,54	0	0,00
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		<0,0001		<0,0001		<0,0001	

**Tabla 27:** Evolución en el tiempo de la cojera.

#### 7.3.4. Flexión

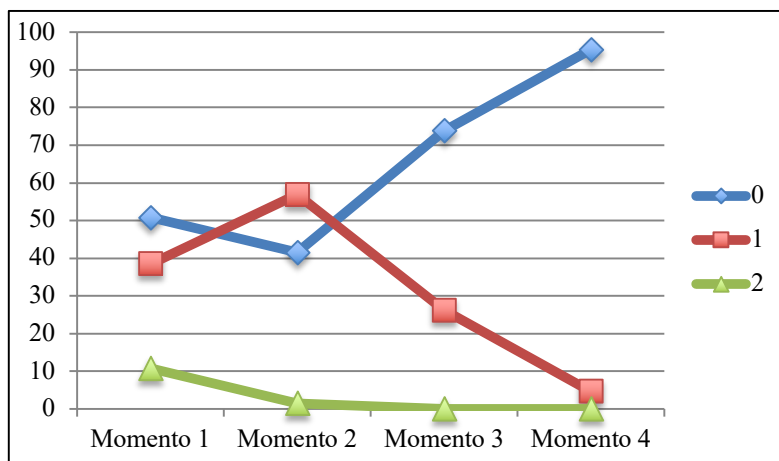
En la tabla 28 se observa la evolución de los diferentes grados de flexión de la rodilla en el tiempo en cada uno de los momentos de 1 al 4, correspondientes a controles preoperatorio y revisiones a las 3, 6 y 12 semanas postoperatorias. En la valoración 0 corresponde a un grado de flexión normal (40-50°), 1 a una leve limitación de la flexión (50-70°) y 2 a una severa limitación de la flexión ( $>70^\circ$ ).

FLEXIÓN	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	33	50,77	27	41,54	48	73,85	62	95,38
1	25	38,46	37	56,92	17	26,15	3	4,62
2	7	10,77	1	1,54	0	0,00	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 28:** Evolución de la flexión de la rodilla en el tiempo.

Se observa el aumento de los casos en los que la flexión es normal (0), partiendo desde 50,77% en el momento 1, hasta llegar al 95,38% del total de los casos operados en el momento 4.

En el momento 2, a las 3 semanas, hay un aumento de los casos con leve limitación de la flexión (Valor 1), con la consecuente disminución de los casos sin limitación de la flexión, pero en los momentos 3 y 4 los casos de limitación leve disminuyen progresivamente hasta llegar a 4,62%. También se observa una disminución progresiva de los casos en los que la limitación fue severa (2), partiendo desde 10,77% (Momento 1) hasta llegar a 0% (Momento 4) (Figura 122).



**Figura 122:** Evolución de la flexión de la rodilla en el tiempo.

En la tabla 29 están reflejadas las frecuencias del ítem “flexión”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). Como en anteriores valoraciones, se aplicó la corrección de Bonferroni en todos los valores de P.

FLEXIÓN		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	15	23,08	27	41,54	31	47,69
	0	33	50,77	27	41,54	32	49,23
	$\geq 1$	17	26,15	11	16,92	2	3,08
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		2,9286		0,0060		<0,0001	

**Tabla 29:** Evolución en el tiempo de la flexión de la rodilla.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) o se han mantenido (0) ha aumentado paulatinamente desde un 73,85% (Momento 1-2) hasta un 96,92% en la última revisión (Momento 1-4). Esta mejoría ha sido significativa entre los momentos 1 y 3 y entre los momentos 1 y 4. Los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han ido en cambio disminuyendo, desde un 26,15% (Momento 1-2) hasta un 3,08% (Momento 1-4).



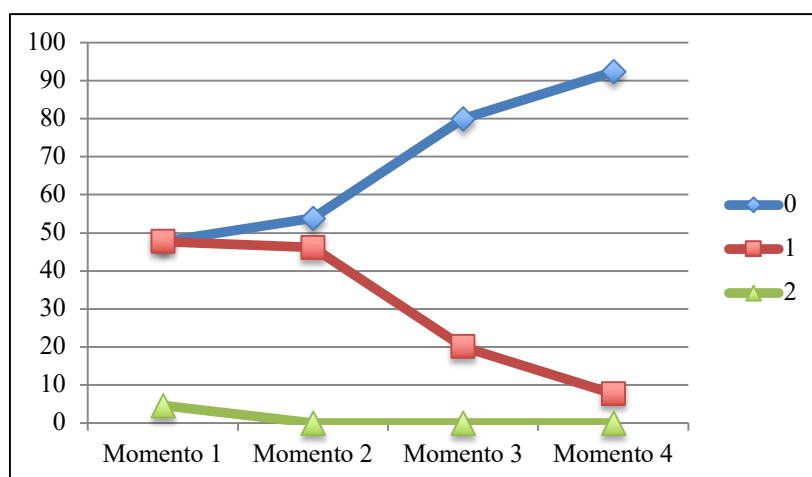
## 7.3.5. Extensión

En la tabla 30 se observa la evolución de los diferentes grados de extensión de la rodilla en el tiempo, empezando su valoración en el momento preoperatorio (momento 1), luego a las 3, a las 6 y a las 12 semanas postoperatorias (momentos 2, 3 y 4 respectivamente). En la valoración 0 corresponde a un grado de extensión normal (160-170°), 1 a una leve limitación de la extensión (150-160°) y 2 a una severa limitación de la extensión (<150°).

EXTENSIÓN	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	31	47,69	35	53,85	52	80,00	60	92,31
1	31	47,69	30	46,15	13	20,00	5	7,69
2	3	4,62	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 30:** Evolución de la extensión de la rodilla en el tiempo.

Se puede observar el aumento progresivo de los casos en los que la extensión ha sido normal (0), partiendo desde 47,69% (Momento 1) hasta llegar al 92,31% (Momento 4) del total de los casos operados. También se observa una disminución progresiva de los casos en los que la limitación de la extensión fue leve (1) o severa (2) partiendo desde 52,31% (Momento 1) hasta llegar a 7,69% (Momento 4) (Figura 123).



**Figura 123:** Evolución de la extensión de la rodilla en el tiempo.

En la tabla 31 están reflejadas las frecuencias del ítem “extensión”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas

(momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). En todos los valores de P, se aplicó la corrección de Bonferroni.

		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
EXTENSIÓN		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	16	24,62	27	41,54	30	46,15
	0	38	58,46	33	50,77	34	52,31
	$\geq 1$	11	16,92	5	7,69	1	1,54
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		0,6801		<0,0001		<0,0001	

**Tabla 31:** Evolución en el tiempo de la extensión de la rodilla.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) o se han mantenido (0) ha aumentado, desde un 83,08% (Momento 1-2) hasta un 98,46% en la última revisión (Momento 1-4). Esta mejoría ha sido significativa entre los momentos 1 y 3, y entre los momentos 1 y 4. Los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han ido en cambio disminuyendo, desde un 16,92% hasta un 1,54%.

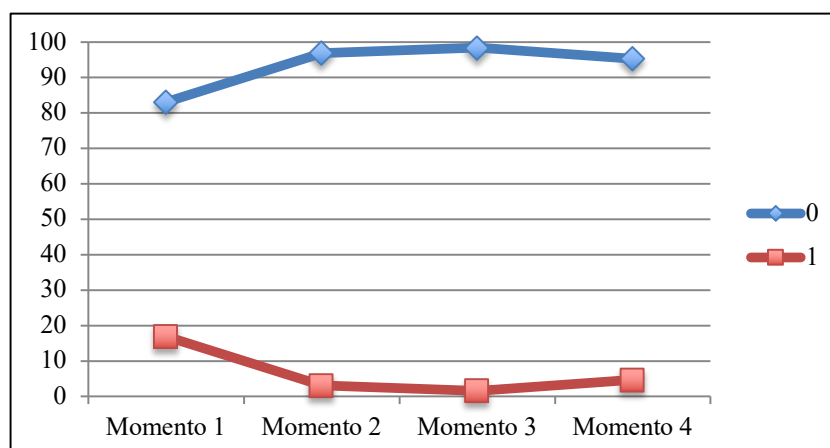
### 7.3.6. Crepitación

En la tabla 32 se observa la evolución de la presencia de crepitación en el tiempo, empezando su valoración en el momento preoperatorio (momento 1), luego a las 3, a las 6 y a las 12 semanas postoperatorias (momentos 2, 3 y 4 respectivamente). Donde 0 corresponde a la ausencia de crepitación y 1 a la presencia de la misma.

		Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
CREPITACIÓN		N	%	N	%	N	%	N	%
0		54	83,08	63	96,92	64	98,46	62	95,38
1		11	16,92	2	3,08	1	1,54	3	4,62
TOTAL		65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 32:** Evolución de la crepitación en el tiempo.

Se puede observar el aumento progresivo de los casos en los que la crepitación está ausente (0) desde el momento 1 (83,08%) hasta el momento 3 (98,46%), luego hay una pequeña disminución, en el momento 4 (95,38%). El comportamiento de los casos de crepitación (1) es exactamente inverso (Figura 124).



**Figura 124:** Evolución de la crepitación en el tiempo.

En la tabla 33 están reflejadas las frecuencias del ítem “crepitación”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). De nuevo, se aplicó la corrección de Bonferroni en todos los valores de P.

		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
CREPITACIÓN		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	10	15,38	11	16,92	12	18,46
	0	54	83,08	53	81,54	50	76,92
	$\geq 1$	1	1,54	1	1,54	3	4,62
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		0,0351		0,0189		0,1722	

**Tabla 33:** Evolución en el tiempo de la crepitación de la rodilla.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) ha ido aumentando paulatinamente, desde un 15,38% (Momento 1-2) hasta un 18,46% en la última revisión (Momento 1-4). Los casos que se han mantenido (0) han en cambio ido disminuyendo y los que han empeorado ( $\geq 1$ ) han aumentado levemente en el último momento. La mejoría en cuanto a la presencia de crepitación fue significativa en la primera y en la segunda revisión.

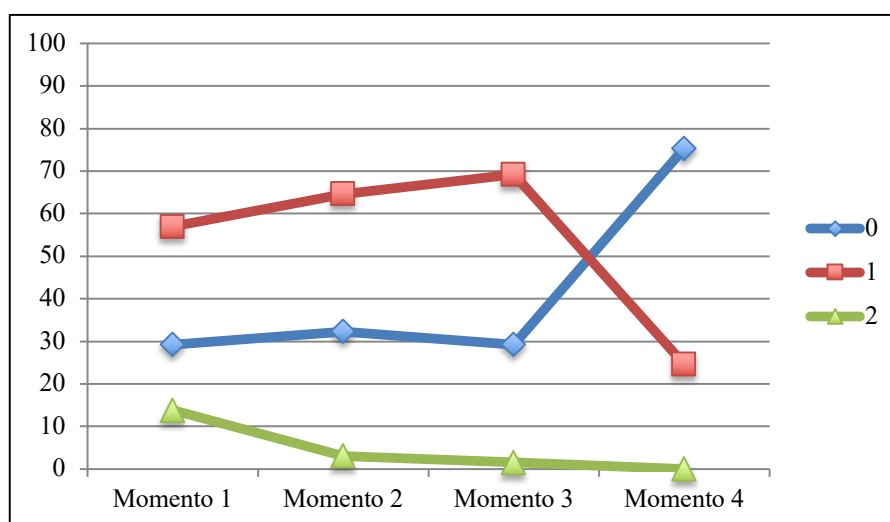
## 7.3.7. Atrofia muscular

En la tabla 34 se observa la evolución de los diferentes grados de atrofia muscular en el tiempo en la extremidad afectada, empezando su valoración en el momento preoperatorio (momento 1), luego a las 3, a las 6 y a las 12 semanas postoperatorias (momentos 2, 3 y 4 respectivamente). Donde 0 corresponde a la ausencia de atrofia, 1 a una atrofia leve y 2 a una atrofia severa.

ATROFIA MUSCULAR	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
0	19	29,23	21	32,31	19	29,23	49	75,38
1	37	56,92	42	64,62	45	69,23	16	24,62
2	9	13,85	2	3,08	1	1,54	0	0,00
TOTAL	65	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00	65,00	100,00

**Tabla 34:** Evolución de la atrofia muscular en el tiempo.

Se puede observar una diferencia clara entre el momento 1 y el momento 4, con un aumento de los casos sin atrofia (0), desde 29,23% hasta 76,92%, y una disminución de los casos con atrofia leve (1) y severa (2), desde 70,77% (Momento 1) hasta 23,08% (Momento 4). Pero en los momentos 2 y 3 hay valores muy variables como para establecer una tendencia (Figura 125).



**Figura 125:** Evolución de la atrofia muscular en el tiempo.

En la tabla 35 están reflejadas las frecuencias del ítem “atrofia”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ).

El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (momento 1-2), entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3) y entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa según el test de rangos signados de Wilcoxon (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). Se aplicó la corrección de Bonferroni en todos los valores de P.

		Momento 1-2		Momento 1-3		Momento 1-4	
ATROFIA MUSCULAR		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	≤-1	17	26,15	20	30,77	36	55,38
	0	38	58,46	33	50,77	25	38,46
	≥1	10	15,38	12	18,46	4	6,15
TOTAL		65	100,00	65	100,00	65	100,00
P		0,4569		0,6018		<0,0001	

**Tabla 35:** Evolución en el tiempo de la atrofia muscular.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) ha ido aumentando paulatinamente, desde un 26,15% (Momento 1-2) hasta un 56,92% en la última revisión (Momento 1-4). Los casos que se han mantenido (0) han ido disminuyendo desde 58,46% (Momento 1-2) hasta 38,46% (Momento 1-4) y los casos que han empeorado ( $\geq 1$ ) han disminuido entre el momento 1-2 y el 1-4 pasando de 15,38% a 6,15%. Esta mejoría ha sido estadísticamente significativa solo entre los momentos 1 y 4.

#### 7.3.8. Limitación funcional de la rodilla (LFR)

Como último elemento para la evaluación de la funcionalidad de la rodilla, se tomó en consideración la puntuación de todos los elementos descritos anteriormente, el dolor, el apoyo, la cojera, la flexión, la extensión, la atrofia y la crepitación. Esta suma dio un valor comprendido entre el 0 y el 17 y creó el parámetro LFR. Un valor alto de LFR indicará una mayor limitación en cuanto a funcionalidad y un valor bajo indicará una aproximación al funcionamiento normal.

La tabla 36 refleja la evolución de la LFR a lo largo del tiempo, relacionando el momento preoperatorio y la revisión de las tres semanas (LFR1-LFR2), el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (LFR1-LFR3) y el momento preoperatorio y la revisión

de las doce semanas (LFR1-LFR4). Además, en la última columna de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido significativa según ANOVA unifactorial de medidas repetidas (valores en rojo,  $<0,05$ ) o no (valores en negro,  $>0,05$ ). Las letras distintas corresponden a diferencias significativas.

	MEDIA	P
LFR 1	8,4460	<0,0001
LFR 2	5,6770	
LFR 1	8,4460	<0,0001
LFR 3	3,0920	
LFR 1	8,4460	<0,0001
LFR4	0,6770	

**Tabla 36:** Evolución en el tiempo de la LFR.

Se puede observar que la media de LFR en el momento preoperatorio fue de 8,45/17. En la primera revisión, a las 3 semanas postoperatorias, la media de LFR bajó de manera estadísticamente significativa hasta 5,6770/17. En la segunda revisión la media de LFR bajó a 3,0920/17 y en la tercera fue solo de 0,6770/17, siendo ambas diferencias estadísticamente significativas en relación con el momento preoperatorio.

La mejoría de la LFR en el tiempo, no se relacionó estadísticamente ni con la extremidad, ni con el tamaño de la raza, ni con el peso, ni con la edad, ni con la CC, ni con el momento de la aparición de los signos, ni con la presencia o no de una anamnesis traumática.

#### 7.4. Valoración del grado de OA preoperatorio y su evolución a las 3, 6 y 12 semanas

El tercer objetivo específico fue planteado para valorar la evolución de la OA después de la RLCCr y su resolución con TTA Porosa con pestaña. Como se describió anteriormente para evaluar la OA se tomaron en cuenta 12 puntos específicos de las proyecciones radiográficas realizadas en ML y CdCr. Con los datos obtenidos, se sacó una media que fue la que se apuntó en la ficha de cada paciente, dando un valor comprendido entre 0 y 36. Esta puntuación sirvió para clasificar la OA en ausente (de 0 a 2), leve (de 3 a 8), moderada (de 9 a 18) y severa (más de 18).

Las medias de las puntuaciones de OA se reflejan en la tabla 37. En la primera revisión, la de las tres semanas, solo se realizó una radiografía en proyección ML para valorar la evolución de la movilidad de implantes, por lo que no se pudo evaluar el grado de OA en esa revisión. Las puntuaciones de OA se midieron en el momento preoperatorio (Puntuación de OA 1), a las seis semanas (OA 3) y a las 12 semanas (OA 4) en 26 casos.

	MEDIA	P
PUNTUACIÓN DE OA 1	5,500	<b>0,0066</b>
PUNTUACIÓN DE OA 3	6,000	
PUNTUACIÓN DE OA 1	5,500	<b>0,0041</b>
PUNTUACIÓN DE OA 4	6,269	
PUNTUACIÓN DE OA 3	6,000	<b>0,0318</b>
PUNTUACIÓN DE OA 4	6,269	

**Tabla 37:** Media de la puntuación de OA en el tiempo.

Se puede observar un aumento progresivo en el tiempo de la puntuación de OA, desde 5,500/36 hasta 6,269/36. Es importante recalcar que las medias en todos los momentos están comprendidas en la clasificación de grado leve de OA, o, dicho de otra manera, la media ha aumentado, pero no ha cambiado su valor en la tabla de clasificación de OA, habiéndose mantenido siempre en grado leve.

En la tabla 38 se observa la evolución de los diferentes grados de OA en el tiempo en la extremidad afectada, empezando su valoración en el momento preoperatorio (momento 1), luego a las 6 y a las 12 semanas postoperatorias (momentos 3 y 4 respectivamente). Donde 0 corresponde a la ausencia de OA, 1 corresponde a una OA leve, 2 corresponde a OA moderada y 3 corresponde a OA severa.

GRADO DE OA	Momento 1		Momento 3		Momento 4	
	N	%	N	%	N	%
0	7	26,92	6	23,08	6	23,08
1	14	53,85	15	57,69	15	57,69
2	4	15,38	4	15,38	4	15,38
3	1	3,85	1	3,85	1	3,85
TOTAL	26,00	100,00	26,00	100,00	26,00	100,00

**Tabla 38:** Evolución del grado de OA en el tiempo.

Se puede observar que todos los casos se mantuvieron igual, excepto uno, que pasó de no tener OA en el momento 1 a tener un grado leve de la misma en el momento 3. Todos los casos se mantuvieron con el mismo grado de OA entre los momentos 3 y 4.

En la tabla 39 están reflejadas las frecuencias del ítem “grado de OA”, según si se ha mantenido de un momento al otro (valor 0), si ha mejorado (valor  $\leq -1$ ) o si ha empeorado (valor  $\geq 1$ ). El estudio se hizo entre el momento preoperatorio y la revisión de las seis semanas (momento 1-3), entre el momento preoperatorio y la revisión de las doce semanas (momento 1-4) y entre la revisión de las seis semanas y la de las doce (momento 3-4). Además, en la última línea de la tabla se puede comprobar si la diferencia entre estas frecuencias ha sido estadísticamente significativa (valores en rojo,  $p < 0,05$ ) o no (valores en negro,  $p > 0,05$ ). Como en apartados anteriores, se aplicó la corrección de Bonferroni en todos los valores de P.

		Momento 1-3		Momento 1-4		Momento 3-4	
GRADO OA		N	%	N	%	N	%
Frecuencia	$\leq -1$	.	0	.	0	.	0
	0	25	96,15	25	96,15	26	100,00
	$\geq 1$	1	3,85	1	3,85	.	0
TOTAL		26	100,00	26	100,00	26	100,00
P		1		1		1	

**Tabla 39:** Evolución en el tiempo del grado de OA.

Se puede observar que la frecuencia y el porcentaje de los casos que han mejorado ( $\leq -1$ ) ha sido nula en todos los momentos. Los casos que se han mantenido han sido de 96,15% (Momento 1-3 y 1-4) y los casos que han empeorado han sido de 3,85%, entre el momento preoperatorio y ambas revisiones (Momento 1-3 y 1-4). Pero todos los casos se han mantenido entre la segunda (3) y la tercera (4) revisión. Es importante recalcar que no ha habido diferencias significativas en ninguno de los momentos revisados.

La evolución del grado de OA en el tiempo, no se relacionó estadísticamente ni con la extremidad, ni con el tamaño de la raza, ni con el peso, ni con la edad, ni con la CC, ni con el momento de la aparición de los signos, ni con la presencia o no de una anamnesis traumática.

## 7.5. Análisis de las relaciones entre factores

El cuarto objetivo específico de este estudio, se centró en establecer relaciones entre diferentes factores, el primero de ellos fue el tamaño de la placa con pestaña. Se intentó infructuosamente relacionarlo con el tamaño de la raza, con la edad y con la CC; pero



solo se encontró una asociación con el peso. La tabla 39 refleja los diferentes **tamaños de placas con pestaña utilizadas en relación con los pesos** de los perros.

En la tabla 40, en la primera columna, se puede observar que la mayor parte de los animales de este estudio usaron placas 7L-T y 8S-T (23 y 24 perros respectivamente) y la media de los pesos de los perros que usaron esas placas fueron 28,01 Kg y 37,57 Kg respectivamente.

PLACA UTILIZADA	N	PESO					SIGNIFICANCIA
		MEDIA	DESV STD	MIN	MEDIANA	MAX	
4M-T	2	4,65	0,92	4,00	4,65	5,30	A
4L-T	2	5,50	0,71	5,00	5,50	6,00	A
7S-T	1	8,20	.	8,20	8,20	8,20	A
7M-T	6	15,05	6,74	9,60	12,75	28,00	AB
7L-T	23	28,01	6,57	15,00	29,80	44,00	BC
8S-T	24	37,57	7,91	27,00	36,00	55,00	C
8L-T	7	60,14	18,85	33,00	68,00	76,00	D

**Tabla 40:** Descripción de los tamaños de placas con pestaña utilizados en función del peso de los animales.

Las placas más pequeñas, como era de esperar fueron usadas para perros de pesos inferiores, siendo la 4M-T la usada para perros de entre 4 y 5,3 Kg, la 4L-T la usada entre perros de 5 y 6 Kg, la 7S-T fue usada en un paciente que pesó 8,2 Kg y la placa 7M-T fue la predilecta para perros entre 9,6 y 28 Kg. Los perros que pesaron de media 60,14 Kg en cambio, requirieron placas 8L-T. Tras llevar a cabo un estudio de ANOVA con diferencias significativas entre grupos ( $p < 0,0001$ ), se realizó el test de rangos múltiples de Duncan y se pudo establecer que existen diferencias significativas entre los grupos señalados con diferente letra en la última columna.

El **tamaño de la placa también se relacionó con el tamaño de la raza**, como cabía esperar, pero el test de Chi cuadrado no es el test adecuado por existir menos de 5 frecuencias en cada celda. Por esta razón en la tabla 41, solo se describen los valores encontrados sin dar importancia a la diferencia significativa.

Se puede observar que los perros de raza pequeña usaron placas 4M-T, 4L-T, 7S-T y 7M-T; los perros de raza mediana usaron placas 7M-T, 7L-T y 8S-T; los perros de raza grande usaron placas 7L-T, 8S-T y 8L-T; mientras que los perros de raza gigante usaron solo placas 8L-T.

Se relacionó la anchura de la cuña con el peso y con el tamaño de la raza y los datos obtenidos fueron estadísticamente significativos. En las tablas 42 y 43 se describen estas relaciones, que eran predecibles puesto que a mayor peso y a mayor tamaño de la raza, mayor será el tamaño de la cuña empleada. Su utilidad puede verse reflejada como guía de referencia para futuros cirujanos.

PLACA UTILIZADA	N	RAZA			
		Peq	Med	Grd	Gig
4M-T	2	2	.	.	.
4L-T	2	2	.	.	.
7S-T	1	1	.	.	.
7M-T	6	1	5	.	.
7L-T	23	.	17	6	.
8S-T	24	.	5	19	.
8L-T	7	.	.	2	5

**Tabla 41:** Placas con pestaña utilizadas en función al tamaño de la raza de los perros (Peq: Pequeña; Med: Mediana; Grd: Grande; Gig: Gigante).

Se puede observar que el peso de los perros aumentó progresivamente con la anchura de la cuña, o sea con el avance calculado, habiendo tenido un avance de 3 mm en perros de 4 a 5,3 Kg, de 4,5 mm en perros de 5 a 11,5 Kg, de 6 mm en perros de 11,2 a 16 Kg, de 7,5 mm de 15 a 31,5 Kg, de 9 mm en perros de 22 a 55 Kg, de 10,5 mm en perros de 31 a 47,5 Kg y de 12 mm en perros de 68 a 76 Kg Las diferencias entre estos grupos fueron confirmadas con un test de ANOVA que dio diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 41).

ANCHO CUÑA (mm)	N	PESO					SIGNIFICANCIA
		MEDIA	DESV STD	MIN	MEDIANA	MAX	
3	2	4,65	0,92	4,00	4,65	5,30	<0,0001
4,5	5	8,06	2,44	5,00	8,20	11,50	
6	3	13,73	2,41	11,20	14,00	16,00	
7,5	9	23,28	5,85	15,00	24,00	31,50	
9	37	34,52	7,47	22,00	32,30	55,00	
10,5	4	38,33	7,14	31,00	37,40	47,50	
12	5	71,00	4,12	68,00	68,00	76,00	

**Tabla 42:** Relación entre la anchura de la cuña utilizada y el peso de los perros.

Se puede observar que los perros de raza pequeña han necesitado avances de 3 y 4,5 mm, los perros de raza mediana han necesitado avances de 4,5, 6, 7,5 y 9 mm, los de raza grande han usado cuñas de 9 y 10,5 mm y los de raza gigante de 12 mm (Tabla 42).

TAMAÑO RAZA	N	ANCHURA DE LA CUÑA					SIGNIFICANCIA
		MEDIA	DESV STD	MIN	MEDIANA	MAX	
<b>Pequeña</b>	6	4,00	0,77	3,00	4,50	4,50	<b>A</b>
<b>Mediana</b>	27	8,00	1,25	4,50	9,00	9,00	<b>B</b>
<b>Grande</b>	27	9,22	0,00	9,00	9,00	10,50	<b>C</b>
<b>Gigante</b>	5	12,00	0,54	12,00	12,00	12,00	<b>D</b>

**Tabla 43:** Relación entre el tamaño de la raza y la anchura de las cuñas utilizadas.



## **Discusión**



## **8. Discusión**

La discusión se ha dividido en cinco grupos siguiendo el orden establecido en el capítulo de resultados.

### **8.1. Discusión de los datos de los pacientes**

A pesar de no ser el motivo principal de estudio de esta investigación, la discusión de los datos de los pacientes puede ser interesante para recalcar algunos aspectos en los que los hallazgos coincidieron o discreparon de los de otros autores en cuanto a la etiopatogenia de la RLCCr.

En la bibliografía consultada existen muchos intentos de establecer una relación entre los datos de los pacientes y la frecuencia de RLCCr. La edad, el sexo, la condición corporal, la raza (o el tamaño de la misma), la extremidad afectada y la causa traumática han sido estudiados en varias ocasiones para determinar factores de riesgo de la patología.

Un estudio de 2003, hecho por Lampman y colaboradores, recogió información de 861 rodillas en 755 perros con RLCCr. En él registraron una edad media de presentación de RLCCr de 6,6 años, la raza más común fue la mestiza y contaron con los siguientes porcentajes: 58% de hembras y 42% de machos, 44% extremidades izquierdas, 42% derechas y 14% bilaterales.

En la presente investigación la edad media ha sido de 5,9 años, la raza más común fue la mestiza y hubo un 51% de machos y un 49% de hembras. En cuanto a las extremidades afectadas, encontramos afectación en el 58,46% de los casos de la extremidad izquierda y de un 41,54% en la derecha, y en total hubo 6,56% casos bilaterales, teniendo una distribución muy similar a la del estudio de Lampman y colaboradores para estas variables.

En cuanto a la CC, evaluada con la misma escala de 1 al 5, Lampman y colaboradores (2003) tuvieron 2% de casos con bajo peso (2/5), 49% de CC ideal (3/5), 40,4% con sobrepeso (4/5) y 8,9% con obesidad (5/5). Nosotros tuvimos muchos más casos con la condición corporal ideal de 3/5 (76,92%), un porcentaje similar en cuanto a animales con

bajo peso 2/5 (1,54%) y menos prevalencia de casos con CC de 4/5 (15,38%) y 5/5 (6,15%). En nuestro estudio los 4 perros que tuvieron RLCCr bilateral tenían una CC de 3/5 en la primera cirugía y tres de ellos mantuvieron el mismo valor en el momento de la segunda intervención. Solo uno, un Labrador Retriever, tuvo 4/5 en la valoración de la CC de la segunda cirugía.

Es importante recalcar que la obesidad se ha considerado un factor a tener en cuenta al realizar los estudios. En el caso de España la incidencia fluctúa entre 20 y 22%, mientras que en Estados Unidos es mayor, entre 25 y 34% de la población canina (González Domínguez y Bernal, 2011). El estudio realizado por Wucherer y colaboradores (2013), solo en perros con sobrepeso y con RLCCr, tuvo una tasa de RLCCr contralateral del 27,5%. Comparado con la presente investigación (6,56%) es una cifra mucho más grande. Dada la menor presencia de obesidad en nuestro estudio, estas cifras parecen reforzar la hipótesis de Wucherer y colaboradores, que afirma que los perros con sobrepeso tienen más propensión a romperse el ligamento contralateral.

En el caso de la edad, hay mucha variación según los autores. En el estudio de Drapé y colaboradores (1990), los autores afirman que el 70,25% de los perros de su estudio tenían más de 6 años (de un total de 400 perros), obtuvieron una media de 4,8 años (entre 0,8 y 11 años de un total de 94 perros), mientras que Muir y colaboradores (2011) registraron una edad fluctuante entre 2 y 10 años (de un total de 380 perros). Toda esta variación de edades parece indicar que no existe realmente una predisposición de padecer RLCCr a una edad concreta.

En ninguno de los estudios revisados en la bibliografía existió predisposición de la RLCCr por extremidad afectada o por sexo (Lampman et al., 2003; Buote et al., 2009; Muir et al., 2011). En nuestro caso, la distribución fue también muy uniforme para estos parámetros.

Es casi imposible afirmar que exista una correlación entre la RLCCr y una raza específica, porque todos los estudios deben ser analizados en el contexto geográfico donde fueron hechos. Así, si existe una incidencia elevada de alguna raza, o una baja incidencia de otra, puede deberse a la zona, y las conclusiones del estudio sobre ese punto no serían aplicables a otro entorno. Por esta razón, el hecho de que haya habido una mayor



incidencia de perros mestizos en nuestro estudio, así como en el de Lampman y colaboradores (2003), no es un reflejo de que la RLCCr se presente más a menudo en ellos.

En cuanto a la anamnesis traumática, encontramos que un 49,23% de casos no disponían de dicha anamnesis de trauma y en un 50,77% de casos los propietarios asociaron la cojera a un episodio traumático. Estas cifras se acercan a las recogidas por Drapé y colaboradores (1990) que tuvieron un 47% de casos confirmados de origen traumático.

Otros estudios afirman que los casos de RLCCr secundarios a procesos degenerativos son mucho más elevados, teniendo porcentajes de hasta 90% de casos sin anamnesis de trauma (Lampman et al., 2003). Esta variabilidad puede explicarse debido a que la información de casi todos los estudios proviene de un intermediario, que es el propietario del perro. Esto presupone una variable que puede alterar la información recabada debido a que la percepción que este puede tener no refleja obligatoriamente la realidad a la que fue sometida la rodilla (trauma o no).

El peso y el tamaño de la raza, en cambio, han sido considerados factores de riesgo por la configuración anatómica de las extremidades y la consecuente biomecánica aplicada a ellas, siendo los perros de mayor peso y los de razas más grandes los que tienen más predisposición a presentar RLCCr según la mayoría de autores (Whitehair et al., 1993; Duval et al., 1999; Hayashi et al., 2004; Ragetly et al., 2011). Algunos estudios sobre RLCCr se centran exclusivamente en ciertas razas, como el estudio de Buote y colaboradores (2009) realizado solo en Labradores Retrievers. Otros trabajos tienen una incidencia exclusiva de razas medianas y grandes, como el de Stein y Schmoekel (2008), y las pocas publicaciones que tienen razas pequeñas en su investigación, tienen una incidencia muy baja de las mismas. Es la situación que aparece en el estudio de Innes y Barr (1998), en el que hay solo 4 perros de raza pequeña de los 58 casos del estudio (representando solo el 7% del total de casos), o en el de Lampman y colaboradores (2003) en el que los perros de razas pequeñas solo representan el 3,2%.

En nuestro caso los perros de raza pequeña representaron el 8,2% del total de los casos, al igual que los de raza gigante, mientras que los de raza mediana fueron el 40,98% del total y los de raza grande el 42,62%. Los pesos con mayor incidencia de RLCCr fueron

los comprendidos entre los 30 y los 50 Kg representando el 46,15%. Estos datos se corresponden de manera muy similar con la mayoría de la bibliografía consultada.

En resumen, confirmamos que las características de los datos de los pacientes que hemos recogido, están en línea con los de investigaciones previas similares a la nuestra. Esto hace nuestro estudio más equiparable a otros previos, evitando posibles desviaciones en los resultados.

## **8.2. Discusión de las complicaciones**

En el presente estudio se decidió clasificar las complicaciones en función del momento en el que se presentaron. Se pensó que esto ayudaría a la comprensión y su descripción resultaría más real que dando una cifra total de complicaciones como hacen la mayoría de estudios revisados.

Para ello se siguió en parte la clasificación que hicieron Hoffmann y colaboradores (2006). Estos autores describieron en primer lugar las complicaciones postoperatorias de 65 casos de TTA. Tuvieron 2 complicaciones intraoperatorias (3%) (un tornillo articular y una sección accidental del tendón del M. extensor digital largo), y en 57 casos (87,7%) se presentaron hasta 6 complicaciones menores en el periodo perioperatorio (considerado en este estudio hasta las 2 semanas postoperatorias): edema, diarrea, inapetencia, vómito, fiebre e inflamación.

Posteriormente, para la discusión del mismo estudio, clasificaron las complicaciones en dos grupos: las que se presentaron antes de las 2 semanas y las que se presentaron posteriormente a ese periodo. En el primer momento se mantuvieron el mismo tipo de complicaciones que las perioperatorias, con un total de 58 casos de los 65 casos revisados (89,2%). Todas consistieron en complicaciones menores, con además 3 casos de infecciones de piel con dehiscencias. Aparecieron complicaciones posteriores a las dos semanas en 34 casos (52,3%), siendo 32 clasificadas como menores y 2 clasificadas como mayores.

En nuestro estudio hemos clasificado las complicaciones en 5 grupos: quirúrgicas o intraoperatorias, postoperatorias inmediatas, a las tres semanas, a las seis semanas y a las 12 semanas.

El porcentaje de las complicaciones intraoperatorias fue de 4,62%, cifra similar a la de Hoffman y colaboradores, que registraron un 3%.

Las complicaciones postoperatorias inmediatas que encontramos nosotros fueron 9 casos (13,85%), observándose una fractura distal de la TT en todos ellos. Muchos autores no consideran este hecho como una complicación, pero en nuestro estudio se tomó en cuenta para alertar sobre su presencia, al igual que lo hicieron Trisciuzzi y colaboradores (2019), en 7 de las 41 TTA Porosas que revisaron en su estudio retrospectivo.

En 2007, Lafaver y colaboradores, describieron los resultados de 114 casos de TTA. En ellos encontraron 36 complicaciones (31,58%) a corto y largo plazo. Al igual que en la presente investigación, los casos de fracturas de la TT se trataron como complicaciones menores, sin necesidad de reintervención. El 97% de los casos del estudio de Lafaver y colaboradores no presentaron cojera, o bien solo cojera en frío a las 12 semanas postoperatorias. En el estudio de Lafaver y colaboradores, la clasificación de las complicaciones en un principio fue de 14 mayores (12,3%) y 22 menores (19,3%), pero en una segunda parte cambiaron los criterios de clasificación, aunque mantuvieron la misma nomenclatura. De esta manera, en base a la clínica, registraron 17 complicaciones “mayores” (14,9%) y 19 “menores” (16,7%).

La variabilidad a la hora de clasificar las complicaciones se observa también en los que emplean otras técnicas. Pacchiana y colaboradores (2003) evaluaron las complicaciones a corto y largo plazo de 397 casos de TPLO. En este trabajo se clasificaron las complicaciones en tres grupos: las intraoperatorias, las que se resolvieron en los primeros 14 días y las que se resolvieron después de los 14 días postoperatorios. Estos autores registraron un total de 136 complicaciones (28%), de las cuales 6 fueron intraoperatorias, 63 fueron perioperatorias (consideradas hasta los 14 días postoperatorios) y 67 fueron posteriores a los 14 días. El estudio de Stauffer y colaboradores (2006) usó un criterio similar para caracterizar las complicaciones de 696 TPLO y obtuvieron en total 131 complicaciones (18,8%) de las cuales 7 fueron perioperatorias (consideradas

como las inmediatamente postoperatorias), 65 fueron postoperatorias a corto plazo (consideradas hasta los 14 días postoperatorios) y 59 fueron postoperatorias a largo plazo (desde los 15 días hasta los 30 meses postoperatorios). De manera similar, Priddy y colaboradores (2003) describieron 66 complicaciones en 52 de las 253 TPLO (20,6%), clasificadas en mayores (35) y menores (31); pero también en perioperatorias (26 complicaciones detectadas en el inmediato postoperatorio) y postoperatorias de manera general (40). Casale y McCarthy (2009), a su vez, evaluaron 363 casos de suturas extracapsulares para el tratamiento de la RLCCr y describieron 63 complicaciones (17,4%) sin clasificarlas de ninguna manera, aunque aclararon que 26 necesitaron una segunda cirugía.

Bisgard y colaboradores (2011) registraron en su estudio 6 avulsiones de diferentes grados, representando el 46,15% de las 13 complicaciones de los 125 casos en los que emplearon la TTA con implantes de Securos sin peine. En el estudio retrospectivo de Steinberg y colaboradores (2011), hubo dos fallos de implantes con la consiguiente avulsión de la TT de los 193 casos revisados de TTA clásicas con peine (representando el 9,52% de las 21 complicaciones totales). En ambos estudios, los autores necesitaron recurrir a una segunda cirugía para reemplazar el implante roto y recolocar la TT en su sitio. En la investigación de Stein y Schmoekel, (2008) realizada en 70 TTA clásica, hubo un único caso de fractura distal de la TT con desplazamiento hacia craneal, el cual trataron de manera quirúrgica, representando el 10% de las complicaciones mayores que tuvieron.

En nuestro estudio, las complicaciones a las tres semanas postoperatorias fueron las más llamativas. Se presentaron complicaciones en 31 casos (47,69%), de los cuales 23 (35,38%) fueron fisuras o fracturas distales de la TT (9 y 14 respectivamente, representando el 13,84% y el 21,53% del total). Estos casos con fisuras o fracturas distales de la TT resultan ser muy importantes debido a que la pestaña de la placa cumple una función solo en los casos en los que existe un riesgo de avulsión de la TT, evitando la rotación y el desplazamiento proximal excesivo del hueso.

Ninguno de los 23 casos de nuestro trabajo necesitó una fijación ulterior de la TT, pues todos se manejaron de manera conservadora. Los animales que no presentaban signos clínicos de malestar, se trataron solo con reposo, y los que manifestaron signos clínicos, como cojera o dolor, se trataron con reposo y un antiinflamatorio no esteroideo (AINE)

durante 10 días. La evolución fue positiva en los 23 casos y ninguno presentó un aumento en el grado de desplazamiento o avulsión.

El estudio de Trisciuzzi y colaboradores (2019), tras evaluar 41 TTA Porosas con placa clásica (sin pestaña), registró el 17,07% de los casos con fracturas distales longitudinales de la TT, valor similar al de nuestro estudio, que fue de 21,53%. Pero en el caso de su investigación, tuvieron que reintervenir un caso en el que la avulsión fue progresando, cosa que no sucedió en nuestro estudio.

Un estudio retrospectivo realizado por de Lima Datas y colaboradores (2015) relacionó la raza Bóxer con la tasa de complicaciones postoperatorias, encontrando relación estadísticamente significativa. Ellos compararon las complicaciones encontradas en 16 perros de raza Bóxer (de un total de 36 casos) con las 42 encontradas en el resto de razas (de un total de 271 casos) y determinaron que la raza Bóxer tiene mayor probabilidad de necesitar una reintervención y de presentar complicaciones, destacando las infecciones y las fracturas de TT como las complicaciones más comunes en esta raza. De los 4 Bóxer que cumplieron los criterios para entrar en la presente investigación, tres casos no presentaron ninguna complicación y solo uno presentó una cojera tras traumatismo en la revisión de las tres semanas, que remitió tras la toma de un AINE durante 10 días.

Uno de los pacientes del estudio (caso n.º 61) presentó de forma concomitante una fisura distal de la TT tras un traumatismo en la tercera semana, con una cojera en frío en el último control a las 12 semanas. Este caso llegó a la primera consulta con una cojera de mes y medio de evolución, y en el estudio radiológico preoperatorio, se observó ya un grado de OA leve, con una puntuación de 5/36 en la Escala de Bioarth. En el último control, a las 12 semanas, la OA tuvo la misma puntuación, se detectó atrofia muscular leve, pero los dueños comentaron que había cojera en frío intermitentemente, la cual desaparecía después de unos minutos de paseo. Es posible que la cojera en frío del caso n.º 61 no se relacionara con la fisura distal de la TT que se encontró en la primera revisión, sino más bien con el grado de OA que tenía el animal desde antes de la cirugía.

Otro caso interesante de nuestro estudio fue el caso n.º 21, pues en el se evidenció claramente la utilidad de la pestaña. En este animal se detectó una fisura con leve avulsión en la primera revisión. Los propietarios mantuvieron el tratamiento pautado de reposo y

un AINE, y en la revisión de las seis semanas se detectó una rotura del tornillo proximal. La TT no se había desplazado desde la primera revisión y el animal no presentaba ninguna clínica desfavorable, por el contrario se notó una buena recuperación.

Este caso es el que mejor ilustra la función y la pertinencia de la pestaña en la placa. Es muy probable que de no haber estado presente esta pestaña, toda la fuerza del peso del animal y del Lig. rotuliano habría recaído sobre el único tornillo intacto de la TT, corriendo el riesgo de rotación y de grave avulsión de la TT. Se considera que esto no ocurrió gracias a que la pestaña frenó la palanca ejercida por el Lig. rotuliano. En la tercera revisión la cojera había remitido y solo persistía una leve atrofia muscular de la extremidad operada.

En este punto, se debe hacer referencia a las tres complicaciones intraoperatorias descritas en nuestro estudio. En los casos n.º 7 (Mestizo, 4kg, 11 años), n.º 29 (West Highland White Terrier, 11,5Kg, 7 años) y n.º 39 (Yorkshire Terrier, 5,3Kg, 8 años) se decidió colocar un solo tornillo en la TT por ser animales de razas pequeñas, con una TT pequeña y en los que se corría el riesgo de fracturar la TT si se colocaban dos tornillos. En estos tres casos, la pestaña jugó también un papel importante. En el caso n.º 29 no hubo ninguna complicación en las tres revisiones postoperatorias efectuadas. Pero en los casos n.º 7 y n.º 39 se registró en la primera revisión (a las tres semanas) una fractura distal de la TT con ligera avulsión. A pesar de este hallazgo, no tuvieron ninguna otra complicación en las siguientes revisiones.

En definitiva, consideramos que estos tres casos sugieren que el uso de la pestaña, tuvo un efecto positivo, ya que evitó la presentación de complicaciones.

Otra complicación que se presentó en la primera revisión fue la rotura de la cuña en el caso n.º 63. Esta complicación es bastante común en la mayoría de las TTA descritas (Hoffmann et al., 2006; Wolf et al., 2012; Beer et al., 2018). En el caso n.º 63 la cuña de titanio poroso colapsó en su parte proximal y craneal asociado posiblemente según refirieron los dueños, a un traumatismo al bajar las escaleras de la casa, a pesar del reposo recomendado. Este paciente se trató con reposo absoluto y un AINE durante 21 días. La evolución fue favorable y no hubo más complicaciones a partir de la segunda revisión.

Wolf y colaboradores (2012) realizaron un estudio retrospectivo en 501 TTA clásicas realizadas con los implantes de Kyon y de Securos. En este trabajo describieron un total de 95 complicaciones (19%), de las cuales 57 fueron consideradas mayores (11,4%). Ellos definieron como complicaciones mayores aquellas que incluyeran fallo de implante, fracturas, cojera inespecífica y/o una segunda cirugía. De estas 57 complicaciones mayores registradas, 10 fueron fallos de implantes, de los cuales 3 involucraron a la caja espaciadora colocada proximalmente, con rotura de una o de las dos pestañas. En los 3 casos descritos no se realizó ninguna cirugía para solucionar el fallo del implante. En este estudio también hubo 6 roturas del peine, de las cuales 4 fueron concomitantes con fractura de la TT entre los orificios del peine. Desgraciadamente los autores no especifican en este trabajo en que momento postoperatorio se produjeron las rupturas, ni aclaran las circunstancias en las que se originaron, por lo que no podemos establecer una comparación clara con nuestro caso n.º 63.

Anteriormente, Hoffmann y colaboradores (2006) también describieron un fallo en los implantes; el peine y la caja se rompieron a las seis semanas postoperatorias y se produjo un desplazamiento craneal de la TT. Para solucionarlo colocaron una aguja con una banda de tensión para recolocar la TT y la caja no fue retirada. Ellos reportan que el propietario admitió no haber mantenido el reposo recomendado en ningún momento del postoperatorio, lo que aparentemente coincide con nuestro caso n.º 63.

Un estudio retrospectivo realizado por Danielson y colaboradores (2016) en 74 TTA bilaterales (35 con TTA clásica con peine y 39 con TTA clásica sin peine), describió 21 complicaciones en 13 perros en el control postoperatorio realizado de media a las 6,6 semanas (5,5-11 semanas), de las cuales 10 implicaron migración de implantes. Los autores determinaron que si se realiza la cirugía con placas con peine la probabilidad de tener complicaciones es de 31% mientras que si se realiza con placas sin peine la probabilidad baja al 5%.

Pero ese mismo año, otro estudio retrospectivo realizado por Edwards y colaboradores (2016) sobre 438 TTA (211 con placa con peine y 227 con placa con tornillos en TT) no logró establecer ninguna relación estadística entre el tipo de implante utilizado y la presentación de complicaciones mayores.

Los fallos en los implantes colocados en la porción proximal entre la TT y la tibia, así como las fracturas o fisuras transversales de la TT, se deben principalmente a la acción de la fuerza de compresión caudal que ejerce el Lig. rotuliano sobre la porción proximal de la TT. Por este motivo es importante respetar el reposo tras la cirugía.

Una complicación diferente a las descritas hasta ahora es el caso n.º 10 de nuestro estudio. En la primera revisión hubo una cojera grado II aguda (en una escala del 0 al IV) sin que el propietario notase un traumatismo previo. En el estudio radiológico se observó una fisura longitudinal entre los dos tornillos colocados en la TT. En la bibliografía revisada se describe que esto ocurre a menudo entre los dientes del peine de la TTA clásica (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007; Bisgard et al., 2011) y se atribuía este fallo a la colocación de los implantes en una TT muy fina o a una mala elección del tamaño del peine.

En el caso n.º 10 es improbable que sucediera algo similar, debido a que los implantes fueron los recomendados en cuanto al peso, tamaño y CC del animal. La explicación más plausible es que el animal sufriera un traumatismo sin que el propietario lo notase, pero queda sin poder probarse su veracidad. Este caso es el único en el que la cojera no desapareció, ni en la segunda ni en la tercera revisión, aunque mejoró y se mantuvo en un grado I.

Las otras dos complicaciones que se presentaron a las tres semanas postoperatorias fueron una dermatitis tras lamido y dos infecciones superficiales sin dehiscencia, representando un porcentaje en conjunto de 4,5%, valor que se asemeja a los descritos por otros autores. Wolf y colaboradores (2012) describen un 6,78% de infecciones (34 casos), de los que 33 fueron infecciones superficiales que remitieron con antibióticos sin necesidad de cultivo y uno fue un caso en el que se retiró la placa cuando se realizó una artroscopia para investigar una cojera inespecífica recurrente. El cultivo del implante señaló la presencia de *Staphylococcus* sp. No se registraron más detalles sobre este caso, por lo que se puede suponer que no presentó más cuadros de cojera, aunque este aspecto no queda esclarecido.

Pacchiana y colaboradores (2003) realizaron un estudio retrospectivo en 397 TPLO y encontraron 11 casos (2,77%) en los que pudieron comprobar la presencia de una



infección, aunque también tuvieron la sospecha en otros 3 casos. Tres de los 11 casos comprobados fueron detectados antes de los 14 días postoperatorios y 8 fueron posteriores a ese tiempo. 8 de las complicaciones fueron por *Staphylococcus intermedius* y 3 por *Staphylococcus aureus*. Los lugares en los que se detectó la infección en este estudio fueron: en 3 casos se detectó en la piel, en uno en una esponja encontrada en el sitio quirúrgico y en los otros 7 en el implante después de retirarlo. A pesar de tratarse de un estudio con otra técnica quirúrgica para la resolución de la RLCCr, estos son similares a nuestro porcentaje de infecciones superficiales (4,5%).

Las complicaciones relacionadas con las infecciones, tanto superficiales como de implantes, fueron también estudiadas por Frey y colaboradores en 2010. Estos autores relacionaron estas complicaciones con el uso de grapas en el cierre de la piel y/o con la ausencia de antibióticos en el postoperatorio. Ninguno de los dos criterios se puede aplicar para los casos de la presente investigación, ya que todos los animales fueron tratados con antibióticos en el postoperatorio y en ninguno de ellos se llevó a cabo el cierre de la piel con grapas.

A parte de los casos ya descritos anteriormente, en la segunda revisión (a las seis semanas postoperatorias) de nuestro estudio no existieron otras complicaciones relevantes, salvo en tres casos (caso n.º 33, mestizo, 12 años, 20 Kg; caso n.º 56, bóxer, 8,5 años, 32 Kg; caso n.º 57, mestizo, 2,5 años, 32 Kg) en los que hubo cojera tras un traumatismo, sin ningún signo radiológico de complicación. Todos los pacientes se recuperaron al cabo de 7 días con reposo y administración de un AINE.

A las doce semanas, además de las dos cojeras en frío de los casos descritos anteriormente, dos perros presentaron cojera en frío sin que en las revisiones anteriores se detectara ninguna complicación (caso n.º 30, Mastín Español, 2,5 años, 68 Kg y caso n.º 62, mestizo, 10 años, 33 Kg).

El caso n.º 30 fue diagnosticado dentro del primer mes tras la RLCCr y en el primer estudio radiológico ya tenía una puntuación de OA de 5/36 (equivalente a leve en la Escala de Bioarth). El caso n.º 62, en cambio, se diagnosticó de RLCCr después de más de 6 meses de cojera y ya tenía un grado de OA de 10/36, equivalente a “artrosis moderada” en la Escala de Bioarth. En la última revisión en ambos casos la OA se

mantuvo con la misma puntuación. En el caso n.º30, el gran tamaño y peso de la raza podrían haberse sumado a su grado de OA y haber provocado la cojera en frío que persiste. La OA que presentaba el caso n.º 62 podría estar asociada al tiempo que transcurrió desde que se produjo la lesión hasta el momento de la cirugía, y explicar así su evolución menos favorable.

Dyall y Schmökel (2017) publicaron un trabajo de 48 rodillas operadas con TTA Rapid en 43 casos de perros de razas pequeñas/medianas (menos de 15 Kg) en el que registraron las complicaciones a corto y largo plazo (entre 25 y 130 semanas postoperatorias). En este estudio, un 79% de las rodillas intervenidas tuvo una recuperación completamente satisfactoria aproximadamente a las 72 semanas (media total) (34 casos), un 12% tuvo cojera tras ejercicio intenso (5 casos), un 5% tuvo cojera en frío (2 casos), un 2 % presentó cojera tras paseos cortos (un caso) y un 2% cojeaba de manera continua (un caso). Si se comparan estos porcentajes de cojeras a largo plazo con los obtenidos por nosotros en la última revisión (6,15% de cojeras en frío), encontramos una menor cantidad de cojeras. Dado que no disponemos de seguimiento a más largo plazo, se limita la comparativa con otros estudios.

La única complicación mayor que se pudo describir en nuestra investigación ocurrió a las doce semanas postoperatorias en el paciente n.º 49, el cual tuvo una infección en los implantes por *Enterococcus faecalis*, bacteria común del tracto digestivo de los perros. La colonización bacteriana se atribuyó al lamido constante del perro en las semanas posteriores a la cirugía, y no remitió con el uso de antibióticos. Fuera del tiempo de recogida de datos de nuestro estudio, se procedió a retirar los tornillos y la placa, dejando la cuña osteointegrada en su sitio. Este tratamiento fue efectivo y se dio el alta al perro dos meses después que el resto de casos. Este tipo de complicación representa un porcentaje del 1,5%, que es inferior al 3% que describen Hoffman y colaboradores (2006) en cuanto a complicaciones mayores. Costa y colaboradores (2017) también refieren una baja tasa de complicaciones mayores en la TTA, aunque estos autores obtuvieron cifras más altas (7,5%) que las nuestras (1,5%), en cuanto a casos que necesitaron re-intervención quirúrgica.

Los microorganismos implicados en las infecciones fueron estudiados por Hans y colaboradores (2017) en 91 TTA clásicas. Los autores del trabajo encontraron 15 casos

de infecciones (16,5%), y solo uno de ellos fue por *Enterococcus* (representando el 6,6% del total de infecciones y el 1,1% del total de TTA revisadas). Nuestro trabajo arroja cifras similares (1,5%) en cuanto al porcentaje de contaminaciones por *Enterococcus*, aunque difiere en el porcentaje total de infecciones encontradas, que en nuestro caso fue muy reducido.

El estudio de Trisciuzzi y colaboradores (2019) reportó en total 3 casos de complicaciones que requirieron una cirugía posterior (7,3% de las 41 TTA Porosas revisadas), dos dehiscencias y el caso explicado anteriormente de avulsión de la TT que necesitó una reducción y fijación quirúrgica. Como ya hemos visto, la clasificación de complicaciones mayores es muy variable en función del criterio de los autores. En este estudio, consideraron como complicación mayor solo la avulsión de la TT con reducción quirúrgica. Esto rebaja el índice de complicaciones mayores de este trabajo a 2,43%, lo que se acercaría a nuestro resultado de un 1,5% de complicaciones mayores. Sin embargo, una comparación más realista con nuestro trabajo nos lleva a considerar el porcentaje del 7,3%, por lo tanto mayor al nuestro.

### 8.3. Discusión de la limitación funcional de la rodilla

La LFR de este estudio fue determinada en base a siete parámetros concretos: el dolor, el apoyo, la cojera, la flexión, la extensión, la crepitación y la atrofia muscular. Todos ellos sirvieron para analizar la eficacia de la técnica descrita.

La cojera, la crepitación y el dolor han sido tomados en consideración habitualmente como parámetros para evaluar la eficacia de algunas técnicas quirúrgicas. Fue el estudio de Hyytiäinen y colaboradores (2013) el que motivó el uso de otros parámetros para evaluar la eficacia de la técnica quirúrgica. En su estudio muestran que evaluar la atrofia muscular, el rango de flexión y el rango de extensión y el apoyo, además de la cojera y el dolor, eran maneras muy efectivas de medir los resultados obtenidos con una técnica quirúrgica concreta para la resolución de la RLCCr.

Estos mismos parámetros fueron considerados por otros autores (Mölsä y col., 2014) para evaluar los resultados a largo plazo de varias técnicas quirúrgicas empleadas para las

resolución de la RLCCr, tanto técnicas extracapsulares como intracapsulares y osteotomías correctoras. Sus resultados no son comparables con los de la presente investigación, porque evaluaron periodos entre 1,5 y 4,4 años postoperatorios, pero sí es interesante saber que en la última revisión observaron cómo en un tercio de los casos había dolor en la extremidad afectada y que el 20% de los casos presentaban cojeras de diferentes grados. Además, registraron diferencias significativas en cuanto a limitación de la flexión y de la extensión comparadas con las extremidades contralaterales sin patologías.

En nuestro estudio, el dolor (su disminución y/o ausencia) fue uno de los parámetros que más evidenció la mejoría del paciente, siendo además el registro que el dueño toma más en consideración al evaluar el bienestar del animal. Desde la primera revisión, la mejoría de la rodilla intervenida fue significativa y en la última revisión, el 98,46% de los casos no tenían dolor a la exploración de la rodilla, a diferencia de lo señalado por Mölsä y colaboradores (2014).

La cojera es un parámetro que ha sido evaluado en repetidas ocasiones (Dymond et al., 2010; Krotscheck et al., 2016). Dymond et al. (2010) realizaron un estudio retrospectivo de 72 TTA clásicas evaluando sus resultados clínicos y obtuvieron una media de 3 sobre 4 en cuanto al grado de cojera preoperatoria. Krotscheck y colaboradores (2016) evaluaron los resultados de 14 TTA, 15 TPLO y 23 técnicas extracapsulares en diferentes momentos postoperatorios y en perros de razas medianas y grandes. Encontraron que los casos operados con TTA mostraban menos cojera en los dos primeros meses postoperatorios, y también demostraron que cuando caminaban al paso, la TTA y la TPLO no mostraban diferencias significativas en cuanto al grado de cojera, siendo por tanto, técnicas más indicadas que las extracapsulares para perros de ese tamaño (medianos y grandes).

En nuestro estudio se comprobó que la cojera preoperatoria, evaluada en una escala de 0 a 4, tuvo una media de 2,54, resultado similar al de Dymond y colaboradores (2010) en el que la media fue de 3. Ellos volvieron a evaluar el grado de cojera a las dos semanas postoperatorias y obtuvieron una media de 2, aunque no reportaron medidas posteriores a esa fecha. En nuestro trabajo el valor de la media final con respecto a la cojera, fue de

0,05 al cabo de 12 semanas. El 95,38% de los casos no presentaron cojera en la última revisión y su mejoría fue significativa, siendo un resultado muy satisfactorio.

Un estudio realizado por Ferreira y colaboradores (2019) en 35 TTA clásicas (sin peine) valoró el grado de cojera preoperatorio a las 4 y a las 12 semanas a través de una escala de 0 a 4, similar a lo realizado en nuestro estudio. Encontraron que en la revisión de las 12 semanas, no había presencia de cojera en 32 casos (91,4%), siendo un resultado muy similar al nuestro. No detectaron dolor a la manipulación de ninguna rodilla en la revisión de las 12 semanas, resultado igualmente concordante con nuestra investigación en la que el 98,46% no presentó dolor la revisión de las 12 semanas.

Se ha indicado que la postura o la manera de apoyar del perro es un parámetro de mucha importancia a la hora de evaluar la funcionalidad de la rodilla (Hyytiäinen et al, 2013), y que tanto la asimetría como la poca capacidad de carga de peso, son los primeros síntomas de un mal funcionamiento.

En cuanto al apoyo de la extremidad afectada observado en nuestro estudio, la mejoría fue muy evidente y significativa en los tres momentos postoperatorios evaluados ( $p < 0,0001$ ). El 80% de los casos apoyaban de manera normal la extremidad afectada en la última revisión y el 20% de los casos tuvieron un apoyo con desplazamiento de la carga en la extremidad contralateral.

El estudio realizado por Castañón García (2015) comparó la evolución clínica y radiológica de 15 TTA clásicas con implantes de Securos, 15 TTA Porosas y 15 TTA Porosas con plasma rico en factores de crecimiento. En este estudio, entre los parámetros evaluados, estuvo el apoyo en estación y, de forma similar a nuestro estudio, encontraron que en la última revisión (a los tres meses) el 73,33% tenía un apoyo normal y el 26,66% desplazaba el peso en la extremidad contralateral.

Se sabe que la utilización de la TTA mejora significativamente el apoyo, pero no se llega a restablecer el apoyo normal de la extremidad en todos los casos (Voss et al., 2008) hecho que hemos podido constatar en nuestro estudio.

En cuanto a la mejoría en los movimientos de flexión y extensión, los resultados de nuestra investigación muestran que fue significativa a partir de la segunda revisión, para ambos parámetros. Esto indica que el rango de movimiento se fue recuperando paulatinamente con más de 92% de los pacientes con rangos de flexión y extensión normales al cabo de 12 semanas postoperatorias. El rango de movimiento ha sido objeto de estudio en varias publicaciones. Jandi y Schulman (2007) lo consideraron importante solo si la limitación de la flexión y la extensión era grave (mayor a 10°), mientras que Hyytiäinen y colaboradores (2013) lo definieron como uno de los parámetros más indicativos para la evaluación fisioterapéutica de la efectividad de técnicas para el tratamiento de la RLCCr. En el estudio de Castañón García (2015) en la última revisión de los tres meses, el 84,44% tenía una flexión normal y el 93,33% tenía una extensión normal, siendo resultados muy similares a los obtenidos por nosotros.

MacDonald y colaboradores (2013) evaluaron los resultados de 24 TTA realizados con implantes de Securos a las seis semanas, a los seis meses y al año postoperatorios. Los parámetros que tomaron como referencia fueron la cojera, la atrofia muscular y el rango de movimiento, dado por la diferencia entre la extensión y la flexión máximas. Encontraron mejoría significativa de la cojera a los 6 meses y al año, y peores rangos de movimiento en los perros que tuvieron afección bilateral. Además, la atrofia muscular se detectó solo en perros con afección unilateral, aunque cuando comparaban con los que tuvieron afección bilateral, la diferencia no fue significativa.

En cuanto al parámetro de crepitación, nuestros resultados reflejaron que disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) entre el momento preoperatorio y la primera y segunda revisiones, pero en la tercera revisión esta mejoría ya no fue significativa. Cuando se han comparado técnicas modificadoras de la biomecánica con técnicas intra y extracapsulares, se ha demostrado que la crepitación es mucho menor a largo plazo en las técnicas modificadoras de la biomecánica comparándolas con las extracapsulares ( $p < 0,030$ ) y las intracapsulares ( $p < 0,028$ ) (Mölsä y col., 2014).

En nuestro estudio, el parámetro que mostró una mejoría más pobre fue la atrofia muscular, encontrándose que un 24,62% de los casos presentaron una atrofia muscular leve en la tercera revisión. Aunque la mejoría fue significativa comparándola con los datos registrados en el momento preoperatorio, no lo fue en las dos primeras revisiones y

en cualquier caso fue menos evidente que para los otros parámetros descritos. Algunos estudios afirman que la atrofia muscular se evidencia más en afecciones unilaterales (MacDonald et al., 2013) como en el caso de la presente investigación. Además, se sabe por la experiencia de medicina humana que la musculatura necesita más de 12 semanas para recuperarse y equipararse a la contralateral (Skinner et al., 2013), lo cual puede explicar en parte los resultados encontrados en este aspecto.

Por último, el parámetro clínico LFR arrojó cifras de mejoría interesantes en nuestra investigación, ya que su media fue significativamente mejor en todas las revisiones, siendo muy cercana al valor 0 en la revisión de las 12 semanas. Por ello, de manera general, se puede afirmar que la funcionalidad de la rodilla fue restablecida en la mayoría de los casos. Diversos autores han evaluado la funcionalidad de la rodilla a largo plazo, utilizando cuestionarios para los propietarios (Dymond et al., 2010; Christopher et al., 2013). Así, comprobaron que la TTA mejora la funcionalidad hasta volver a la normalidad en un 90% de los casos. De la misma manera Dyll y Schmökel (2017) tuvieron resultados a largo plazo excelentes en el 88% de los casos y buenos en el 7% de los casos, evaluándolos también a través de cuestionarios. Como norma general, la satisfacción de los propietarios con la TTA es alta y ronda el 90% en casi todos los estudios (Bush et al., 2012; Beer et al., 2018), al igual que lo registrado en nuestra investigación.

El uso de la TPLO en razas pequeñas (< 15 Kg) ha sido comparado con el empleo de técnicas extracapsulares por Berger y colaboradores (2015) hasta 6 meses después de la realización de las cirugías a través de placas de fuerza. En este trabajo, los autores destacaron que en el 91,3% de los casos con TPLO y en el 29,4% de los casos con técnicas extracapsulares mostraron resultados comparables con los de animales sanos, en cuanto al índice de simetría durante las pruebas de carga y la fuerza de apoyo e impulso vertical. Esto demostró que la TPLO tiene resultados excelentes en animales de menos de 15 Kg. Este resultado no es comparable con nuestro estudio porque no realizamos la evaluación con placas de fuerza, pero los resultados a las 12 semanas, de los 10 perros con menos de 15 Kg, fueron satisfactorios en 9 casos (90%), y en esto coincidimos con los valores obtenidos por Berger y colaboradores (2015). Nuestros resultados se asemejan también con el estudio de Ferreira y colaboradores (2019) realizado en 35 TTA clásicas (sin peine), en 30 perros de menos de 15 Kg, donde tuvieron 2 complicaciones mayores

(5,7%). En nuestra investigación la única complicación mayor se presentó en un perro de 9,6 Kg (caso n.º 49) y el total de perros de menos de 15 Kg fue de 10. Estos bajos porcentajes sugieren que la TTA en perros de razas pequeñas es una opción válida para el tratamiento quirúrgico de la RLCCr.

#### **8.4. Discusión de la OA**

Una vez realizada la revisión bibliográfica de las escalas utilizadas para la valoración de la OA de rodilla se ha observado que la tendencia actual sigue siendo la evaluación a través de estudios radiológicos mediante la realización de dos proyecciones (ML y CdCr) y que la variabilidad observada aparece en el momento de puntuar los diferentes sitios anatómicos. Todas las escalas valoran zonas específicas de la articulación atribuyéndoles una puntuación y luego clasifican la OA en base a esa puntuación. El número de zonas a evaluar fluctúa entre escala y escala desde 3 hasta 32.

Nosotros decidimos usar la Escala de Bioarth porque reúne, de manera sencilla y efectiva, todas las zonas a evaluar en solo 12 puntos (6 observados en la proyección ML y 6 en la CdCr) además de estar redactada en español, lo que facilita el trabajo en nuestro estudio. Es importante saber que la traducción y adaptación de una escala de valoración en el ámbito de la salud debe realizarse garantizando la conservación de sus propiedades y que es imperativo validarla si se requiere su utilización en ese idioma (Carvajal et al., 2011). Por esta razón la existencia de una escala redactada en español y usada anteriormente en otros trabajos (Sellés et al., 2010; Castañón García, 2015; Cuervo Serrato, 2015) facilitó enormemente el desarrollo del estudio.

La puntuación de OA que obtuvimos en el momento preoperatorio fue una media de 5,500, lo que supone un grado de OA leve según la Escala de Bioarth. En la revisión de las 6 semanas esta media aumentó a 6,000, y en la última revisión aumentó a 6,269. Sin embargo, el grado de OA se mantuvo en leve, sin que la diferencia entre los distintos momentos de grado de OA fuera significativa. A continuación comparamos los valores obtenidos por nosotros en los diferentes momentos considerados, con varios estudios previos (Hoffmann et al., 2006; Morgan et al., 2010; MacDonald et al., 2013; Castañón García, 2015).



La progresión de la OA en la rodilla canina es un elemento ineludible cuando se presenta una RLCCr, por el papel que cumple el LCCr en cuanto a la estabilidad de la articulación (Morgan et al., 2010). La OA es un factor que progresa independientemente de la técnica que se utilice para estabilizar el LCCr. Aunque se siga discutiendo cuál de ellas la frena de manera más efectiva, hasta el momento ninguna de las diferentes técnicas que se utilizan es superior a otra, ni puede evitar la aparición de OA (Lazar et al., 2005; Mölsä et al., 2014; Beer et al., 2018).

En nuestro estudio se ha comprobado que un caso presentó una progresión del grado de OA. Este hecho representó el 3,85% del total de los 26 casos con controles radiológicos completos, siendo un porcentaje mucho menor que en otros estudios (Hoffmann et al., 2006; Morgan et al., 2010; MacDonald et al., 2013).

En todos los casos de TPLO se ha mostrado que la progresión de la OA es un progreso ineludible, aunque no lineal en el tiempo (DeLuke et al., 2012; Berger et al., 2015). El trabajo de DeLuke y colaboradores (2012) fue un estudio retrospectivo que evaluó la progresión de la OA en 60 casos de TPLO a largo plazo a través de una escala modificada que valoraba 24 puntos de 0 a 3, dando puntuaciones totales de 0 a 72. En él encontraron que había un incremento estadísticamente significativo en las puntuaciones de OA en todos los casos evaluados, siendo la media de la última revisión 30 meses para los perros que se operaron de una sola rodilla (29 casos) y 25 meses para los que se operaron de las dos (31 casos). No determinaron una relación linear entre el tiempo y el aumento en la puntuación de la OA. El estudio de Berger y colaboradores (2015), evaluó los resultados de 23 TPLO y 17 técnicas extracapsulares como mínimo hasta seis meses postoperatorios. En ambos grupos detectaron una progresión leve en los valores de OA al igual que en nuestro estudio.

Otros estudios han comparado la progresión de la OA después de realizar técnicas modificadoras de la biomecánica con diferentes osteotomías (TPLO y TTA), con la OA que aparecía tras la realización de técnicas extracapsulares y/o intracapsulares. En estos estudios encontraron que, a largo plazo, el grado de OA era menor en los perros operados con osteotomías correctoras (Lazar et al., 2005; Mölsä et al., 2014). El estudio de Lazar y colaboradores (2005) comparó las radiografías preoperatorias con las realizadas pasado

un año de postoperatorio, en 52 TPLO y 27 técnicas extracapsulares. Los autores evaluaron 32 puntos en las radiografías, puntuándolos del 0 al 3, llegando a valores comprendidos entre el 0 y el 96. En este trabajo se determinó que no existían diferencias entre la evolución de la OA de las dos técnicas, pero los perros operados con técnicas extracapsulares tenían 5,78 veces más posibilidades de empeorar sus valores de OA a largo plazo. Mölsä y colaboradores (2014) realizaron un estudio retrospectivo en 47 perros con un peso mínimo de 17 Kg y operados con técnicas intracapsulares (19 casos), extracapsulares (7) y osteotomías correctoras (21 TPLO, 7 TTA y 5 triples osteotomías tibiales). Hicieron una evaluación postoperatoria a partir de los 18 meses y determinaron que la OA fue estadísticamente menor en el grupo de perros operados con osteotomías correctoras. Estos estudios demuestran que existe un incremento del grado de OA en todas las técnicas quirúrgicas usadas para el tratamiento de la RLCCr.

MacDonald y colaboradores (2013) encontraron diferencias significativas en las medias de los valores de OA entre los diferentes momentos postoperatorios, hasta un año post-cirugía, en 28 casos de TTA clásica realizada con implantes de Securos sin peine. De la misma manera Morgan y colaboradores (2010), que evaluaron 38 TTA clásicas, tuvieron 55% de casos con progresión en la OA y Hoffmann y colaboradores (2006), en las 57 TTA clásicas que evaluaron reportaron un porcentaje de 67% en las progresiones. Estas cifras se alejan mucho de nuestros resultados en cuanto al grado de OA (3,85%).

Recientemente el estudio de Pinna y colaboradores (2019) evaluó la evolución de la OA retrospectivamente en 38 TTA clásicas con tornillos, en vez de peine. El estudio describe la evolución de la OA en controles realizados al mes, a los dos meses, a los tres meses y a los seis meses. En su investigación se evidenció que en la última revisión (a los seis meses postoperatorios) en 25 casos (65,8%) el grado de OA se mantuvo igual que en el estudio radiológico preoperatorio. Este porcentaje es mucho más alto que el reportado en estudios anteriores y se asemeja más al que encontramos en nuestra investigación, en la que solo 1 caso empeoró el grado de OA a las doce semanas postoperatorias, lo que equivale a decir que el 96,15% mantuvo el mismo grado de OA que el del estudio radiológico preoperatorio.

Pinna y colaboradores (2019) también observaron que al realizar la TTA cuando aún no había signos radiológicos de OA, su evolución era más lenta. En su estudio usaron la

escala descrita por Wessely y colaboradores (2017) para clasificar el grado de OA, siendo una escala muy similar a la de Bioarth, por lo que sus datos son comparables con los nuestros.

La Escala de Wessely, ligeramente modificada, fue también usada en un estudio reciente realizado por Crovace y colaboradores (2019) en el que también encontraron un aumento del grado de OA. En su estudio evaluaron 17 TTA Porosas, 7 de las cuales no tuvieron complicaciones peri y/o postoperatorias y 10 tuvieron como única complicación la fisura o fractura longitudinal distal de la TT. Ellos describieron un aumento estadísticamente significativo de la puntuación de la artrosis entre el momento preoperatorio y los tres meses postoperatorios, lo cual coincide con nuestros resultados, que como hemos dicho muestran un aumento significativo de la puntuación de la OA pero no de su grado.

Los resultados de nuestro estudio se asemejan especialmente con los obtenidos por Castañón García (2015). En su trabajo, en las 45 TTA evaluadas, no encontró ningún caso en el que el grado de OA hubiera aumentado a los tres meses postoperatorios, aunque sí muestra un aumento del puntaje total de OA en 3 casos (6,6%).

Nuestros resultados junto con los de algunos autores consultados, son alentadores para poder establecer una relación directa entre la no progresión de la OA y la utilización de técnicas de TTA. Como limitación hay que decir que estos datos se obtuvieron en periodos de tiempo relativamente cortos y en pocos casos, por lo que sería necesario estudiar los datos de OA a largo plazo y con mayor casuística.

### **8.5. Discusión de los implantes**

Como se ha podido observar en la revisión bibliográfica, en el mercado existen diferentes empresas que comercializan distintas opciones de implantes para efectuar la TTA. En general, la tendencia ha sido reducir el número de implantes necesarios para estabilizar la TT y reducir el tiempo quirúrgico, con el objetivo principal de disminuir las complicaciones presentadas en el postoperatorio de los animales intervenidos. Nosotros hemos analizado por primera vez las ventajas e inconvenientes de un nuevo tipo de implantes, lo que pasaremos a describir en detalle a continuación.

Los implantes empleados para la realización de las TTA de nuestro estudio tienen varias particularidades que merecen ser resaltadas, especialmente la cuña y la placa utilizados.

La cuña tiene una porosidad y una permeabilidad que le confieren una excelente capacidad osteoinductora y osteointegradora (Trisciuzzi et al., 2019). Esta porosidad es también la responsable de que la cuña se impacte ligeramente sobre las superficies óseas en las que apoya, lo que supone que no sea preciso colocar ningún implante adicional para estabilizarla y le confiere una menor rigidez que una cuña sólida, lo que facilita la cicatrización por dinamización.

Otra ventaja de esta cuña es que su distribución de titanio ha sido estudiada en ingeniería de tejidos óseos y pertenece a una estructura específica llamada “triple superficie periódica mínima”, que es la adecuada para la reconstrucción de defectos óseos. Además permite que pueda ser recortada a medida en cada caso (Trisciuzzi et al., 2019). Además su mayor tamaño total (si la comparamos con la caja original de la TTA clásica) permite que la TT adelantada tenga un muy buen soporte caudal y mucha estabilidad.

La placa utilizada en este trabajo, solo requiere un tornillo distal a diferencia de la original de Kyon, ya que la osteotomía se realiza de manera incompleta, siendo por esta razón menos invasiva. Presenta además una pestaña, que se modela para rodear el borde craneal de la TT por encima del orificio de dilatación, confiriendo un soporte adicional al conjunto, que refuerza y ayuda a la estabilización de la TT avanzada, ayudando a evitar la avulsión en caso de existir una fractura distal longitudinal de la misma. El conjunto resulta muy estable.

Otra ventaja de la placa del ITC utilizada, es su pequeño grosor, siendo de tan solo un milímetro, lo que la hace extraordinariamente flexible. Esto permite su acople a la anatomía de la tibia durante el apriete de los tres tornillos que la fijan a la misma. No es necesario, por lo tanto, su doblado o moldeado excesivo, a diferencia de la TTA original de Kyon, en la que sí es preciso el moldeado exacto de la placa para que permita una correcta impactación del peine y un correcto acople al hueso (Hoffmann et al., 2006; Lafaver et al., 2007). Esto también reduce considerablemente el tiempo quirúrgico y las posibles complicaciones secundarias.

El último objetivo del estudio se centró en establecer relaciones estadísticas entre varios factores. Se encontró una relación entre el ancho de la cuña y el peso del animal, el ancho de la cuña y el tamaño de la raza, así como entre el tamaño de la placa utilizada y el peso. Estas relaciones eran predecibles, puesto que el tamaño de las placas y las cuñas aumentan en relación directa el tamaño del hueso. Pero su descripción puede ser útil para que la elección de los implantes se haga de una manera más uniforme y no haya tanta variabilidad, sobre todo en el momento de determinar el avance necesario para cada paciente (representado por el ancho de la cuña en la TTA Porosa).

Los métodos para calcular el avance necesario han sido cuestionados en varias ocasiones, y la variabilidad en el momento de aplicar cualquiera de ellos ha sido estudiada minuciosamente. Bush y colaboradores (2011) determinaron que existe variabilidad en el cálculo del avance según los diferentes puntos anatómicos que se consideren. Skinner y colaboradores (2013) dudaron sobre el hecho de que la posición a 135° de la rodilla fuera la correcta para calcular el avance necesario. Bismuth y colaboradores (2014) determinaron variabilidad entre el método convencional y el de la tangente común. Yeadon y colaboradores (2011) midieron el avance después de la realización de 39 TTA y encontraron menos avance que el que habían planificado, al igual que Kapler y colaboradores (2015), que determinaron que esta disminución en el avance correspondía a un 30%. Por último, Cadmus y colaboradores (2014) observaron que en el 86% de los casos los métodos convencionales llevan a diferentes tamaños de cuñas en la planificación pre-operatoria.

Esta heterogeneidad de métodos y aplicaciones demuestra que no existe un sistema fiable al 100% a la hora de determinar el avance exacto para cada paciente, por lo que una guía podría ser de mucha utilidad para cirujanos interesados en usar TTA para el tratamiento de la RLCCr. En nuestra investigación utilizamos dos métodos para calcular el avance, el método convencional con referencias anatómicas, y el de la tangente común. Los resultados en el avance que se conseguía en ambos casos fueron coincidentes, concordando en este aspecto con Kapler y colaboradores (2015). Se estableció una relación directa entre el ancho de la cuña y el tamaño de la raza, lo que puede ser útil como guía para futuras investigaciones. Hay que recalcar que la mayoría de los perros de nuestro estudio fueron de razas medianas y grandes (83% del total para ambos tamaños),

por lo que podrían necesitarse otros estudios con razas pequeñas y gigantes para esclarecer la relación entre el avance y el tamaño de la raza.

En cuanto al peso de los animales y la selección del tamaño de la placa empleada para estabilizar la TTA, los rangos de peso para las diferentes medidas se superpusieron en varias ocasiones, por lo que la descripción de la relación entre el peso y la placa no aporta mucha información. Aunque, si se relaciona este dato con el tamaño de la raza y la condición corporal, puede llegar a ser una información muy útil. Esto se consigue porque se pueden ir reduciendo las opciones de tamaño adecuado de la placa en base a la CC y al tamaño de la raza del perro que va a ser intervenido. Dicho de otra manera, sabiendo el peso, el tamaño de la raza y la CC del animal, se puede llegar con mucha seguridad a determinar el tamaño adecuado de la placa, guiándose con las tablas de resultados de esta investigación.

En nuestro estudio fue significativa la relación del peso con el ancho de la cuña, a diferencia de otros autores (Kapler y col. 2015). Esta contribución puede ser útil para la determinación del avance necesario en las TTA, sobre todo porque en este caso, los pesos no se superponen como ocurría con las placas. La principal limitación que tuvimos es que no se pudo alcanzar un número homogéneo de casos para cada ancho de cuña, por lo que el 57% tuvieron una cuña de 9 mm de ancho (correspondiente al avance calculado). Esto significa que se deben realizar ulteriores estudios que tengan una casuística más variada en cuanto a cuñas utilizadas en perros de diferentes pesos para poder establecer un patrón más claro. Nuestro estudio resulta ser una guía que fusiona el peso, el tamaño de la raza y la CC de los pacientes con el avance necesario (la cuña) y la placa adecuada.

## **Conclusiones**





## 9. Conclusiones

Las conclusiones finales de nuestro estudio son las siguientes:

1. La evolución clínica favorable en el restablecimiento de la funcionalidad de la rodilla en los pacientes intervenidos en este estudio, confirma la eficacia de la técnica de la TTA Porosa con pestaña para la resolución de la RLCCr y hacen de ella una técnica de elección.
2. No encontramos relación estadística entre la mejoría de la funcionalidad de la rodilla en el tiempo y los siguientes factores: la extremidad afectada, el tamaño de la raza, el peso, la edad, la CC, el momento de aparición de los signos y la presencia o no de una anamnesis traumática.
3. Las complicaciones descritas en este estudio, así como los resultados clínicos obtenidos a corto y largo plazo para la TTA Porosa con pestaña son comparables, y en algunos aspectos mejores, que los de otras técnicas descritas para la resolución de la RLCCr.
4. La presencia de complicaciones menores no mostró relación directa con ninguno de los factores mencionados, es decir: la extremidad, el tamaño de la raza, el peso, la edad, la CC, el momento de aparición de los signos y la presencia o no de una anamnesis traumática.
5. La progresión de la OA a los tres meses postoperatorios, en las rodillas operadas con TTA Porosa con pestaña, es leve y no significativa.
6. La progresión de la OA en los tres meses postoperatorios no se relaciona ni con la extremidad, ni con el tamaño de la raza, ni con el peso, ni con la edad, ni con la CC, como tampoco lo hace con el momento de la aparición de los signos, ni con la presencia o no de una anamnesis traumática.
7. Las placas y las cuñas utilizadas en esta investigación se relacionan directamente con dos factores, el peso de los animales ( $p < 0,0001$ ) y el tamaño de la raza ( $p < 0,0001$ ),

### *Conclusiones*

por lo que nuestro estudio podría ser tomado como referencia. No obstante, consideramos que la casuística para cada grupo ha de ser mayor para ser un indicador, y aconsejamos usar nuestros datos con precaución, pudiendo servir como guía para futuras investigaciones sobre planificación previa a la TTA.

## **Conclusions**



## **10. Conclusions**

1. The efficiency of Porous TTA with flange to treat a cranial cruciate ligament rupture, was confirmed by the functional improvement and the good clinical outcome of the stifles in this study.
2. There was no statistical relationship between the functional improvement of the stifle and body condition score, age, breed, body weight, breed size, TTA side, traumatic anamnesis and time of lameness before surgery.
3. Short terms outcomes and complication rate of Porous TTA with flange appear to be similar to other existing techniques to solve cranial cruciate ligament rupture.
4. There was no statistical relationship between the minor complication rate and body condition score, age, breed, body weight, breed size, TTA side, traumatic anamnesis and time of lameness before surgery.
5. The progression of osteoarthritis at the end of the third month was mild and no significant in the treated stifles with Porous TTA with flange.
6. There was no statistical relationship between the OA progression and body condition score, age, breed, body weight, breed size, TTA side, traumatic anamnesis and time of lameness before surgery.
7. In this study, wedge and plate size were related to weight and breed size, this can be useful if used like a guide for futures research in TTA planning new techniques but should be used with caution because of the low casuistry in each study group.



## **Bibliografía**





## 11. Bibliografía

- Ad Maiora. (2018). X-Porous TTA® Archivi - Admaiora DEV V2. Recuperado 15 de abril de 2019, de <https://www.ad-maiora.eu/en/tipologie-prodotto/x-porous-tta-en/>
- Adamiak, Z., Sobolewski, A., Walus, G., Zhalniarovich, Y., y Glodek, J. (2018). Single-stage bilateral tibial tuberosity advancement with cranial fixation in an english bulldog – A case report. *Top in Companion Anim Med*, 33(3), 63-64. <https://doi.org/10.1053/J.TCAM.2018.07.004>
- Agostinho, F. S., Rahal, S., Miqueleto, N., Verdugo, M. R., Inamassu, L. R., y El-Warrak, A. (2011). Kinematic analysis of labrador retrievers and rottweilers trotting on a treadmill. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 24(3), 185-191. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-03-0039>
- Apelt, D., Kowaleski, M., y Boudrieau, R. (2007). Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial subluxation in canine cranial cruciate-deficient stifle joints: an in vitro experimental study. *Vet Surg*, 36(2), 170-177. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00250.x>
- Arican, M., Parlak, K., y Şahin, H. (2017). Evaluation and application of the TTA-rapid method in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Acta Vet Brno*, 67(2), 238-253. <https://doi.org/10.1515/acve-2017-0020>
- Arnoczky, S. P., y Marshall, J. L. (1977). The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. *Am J Vet Res*, 38(11), 1807-1814.
- Artiles, A., Afonso, H., Monopoli, D., Domínguez Cabrera, N., y Pulido, M. (2019). Nuevo sistema de placas bloqueadas poliaxiales para la técnica «Porous TTA». En SECIVE (Ed.): *XXIV Congreso Internacional de la Sociedad de Cirugía Veterinaria*, 7-9 de febrero de 2019 (pp. 290-292). Córdoba: SECIVE.
- Artiles, A., Domínguez, C. N., Andueza, M., Aires, A., Afonso, H., y Monopoli, D. (2018). Porous TTA in 25 miniature dogs with CRCL dysfunction and concomitant medial patellar dislocation. En ESVOT (Ed.): *5<sup>th</sup> World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS & 19<sup>th</sup> ESVOT Congress*; 12-15 de Septiembre de 2018 (pp. 594-595). Barcelona: ESVOT.
- Baldwin, K., Bartges, J., Buffington, T., Freeman, L. M., Grabow, M., Legred, J., y Ostwald, D. (2010). AAHA Nutritional assessment guidelines for dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc*, 46(4), 285-296. <https://doi:10.5326/0460285>
- Bander, N. B., Barnhart, M. D., Watson, A. T., y Naber, S. J. (2018). Short-Term

- prospective plinical evaluation of a polyglycolic acid tibial tuberosity advancement cage implant. *J Am Anim Hosp Assoc*, 54(2), 85-94. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6532>
- Barnes, K., Lanz, O., Werre, S., Clapp, K., y Gilley, R. (2015). Comparison of autogenous cancellous bone grafting and extra-corporeal shock wave therapy on osteotomy healing in the tibial tuberosity advancement procedure in dogs. Radiographic Densitometric Evaluation. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 28(3), 207-214. <https://doi.org/10.3415/VCOT-14-10-0156>
- Barnhart, M. D., Watson, A. T., Thatcher, L. G., Wotton, H., y Naber, S. J. (2016). Prospective randomized clinical and radiographic evaluation of a novel bioabsorbable biocomposite tibial tuberosity advancement cage implant. *Vet Surg*, 45(5), 651-658. <https://doi.org/10.1111/vsu.12502>
- Barone, R. (1980). *Arthrologie et myologie: Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 2*. (2<sup>ème</sup> ed). Lyon: Editions Vigot Frères.
- Barthelemy, N., Ramírez, J., Noel, S., Claeys, S., Farnir, F., y Balligand, M. (2014). Modified Maquet Technique for treatment of canine cranial cruciate ligament injury: early results, complications and risk factors in 109 dogs. En: *Scientific Presentation Abstracts of the 23rd European College of Veterinary Surgeons Annual Scientific Meeting* (Vol. 43, p. E129). Copenhagen. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12223.x>
- Beer, P., Bockstahler, B., y Schnabl-Feichter, E. (2018). Tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement – a systematic review. *Tierärztl Prax Ausg K: Kleintiere / Heimtiere*, 46(4), 223-235. <https://doi.org/10.15654/TPK-170486>
- Berger, B., Knebel, J., Steigmeier-Raith, S., Reese, S., y Meyer-Lindenberg, A. (2015). Long-term outcome after surgical treatment of cranial cruciate ligament rupture in small breed dogs. Comparison of tibial plateau leveling osteotomy and extra-articular stifle stabilization. *Tierärztl Prax Ausg K: Kleintiere / Heimtiere*, 43(6), 373-380. <https://doi.org/10.15654/TPK-150183>
- Berrío, A., y Ochoa, J. J. (2009). TPLO - Osteotomía niveladora del plato tibial. Tratamiento quirúrgico para la rotura del ligamento cruzado anterior en caninos (TPLO-Tibial Plateau leveling osteotomy. Surgical treatment for cranial cruciate ligament rupture in dogs). *Rev. CES - Med Vet y Zootec.*, 4(2), 161-173.
- Bertocci, G. E., Brown, N. P., Embleton, N. A., y Barkowski, V. J. (2016). Canine stifle

- biomechanics associated with a novel extracapsular articulating implant predicted using a computer model. *Vet Surg*, 45(3), 327-335. <https://doi.org/10.1111/vsu.12450>
- Bisgard, S. K., Barnhart, M. D., Shiroma, J. T., Kennedy, S. C., y Schertel, E. R. (2011). The effect of cancellous autograft and novel plate design on radiographic healing and postoperative complications in tibial tuberosity advancement for cranial cruciate-deficient canine stifles. *Vet Surg*, 40(4), 402-407. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00829.x>
- Bismuth, C., Ferrand, F. X., Millet, M., Labrunie, A., Marin, B., Pillard, P., Deroy, C., Fau, D., Carozzo, C., Cachon, T., y Viguier, E. (2014). Comparison of radiographic measurements of the patellar tendon-tibial plateau angle with anatomical measurements in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 27(3), 222-229. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-12-0145>
- Bleakley, S., Palmer, R. H., Bresina, S., Roca, S. P., y Tepic, S. (2017). The effect of polydioxanone hemicerclage suture on the occurrence of fracture during tibial tuberosity advancement with an elongated bi-directional hinged osteotomy. *Vet Surg*, 46(4), 486-493. <https://doi.org/10.1111/vsu.12642>
- Bogaerts, E., Van der Vekens, E., Verhoeven, G., de Rooster, H., Van Ryssen, B., Samoy, Y., Putcuyp, I., Van Tilburg, J., Devriendt, N., Weekers, F., Bertal, M., Houdellier, B., Scheemaeker, S., Versteken, J., Lamerand, M., Feenstra, L., Peelman, L., Van Nieuwerburgh, F., Saunders, J. H., y Broeckx, B. J. G. (2018). Intraobserver and interobserver agreement on the radiographical diagnosis of canine cranial cruciate ligament rupture. *Vet Rec*, 182(17), 484. <https://doi.org/10.1136/vr.104523>
- Bonastre, C. (2012). *Estudio clínico de los cambios osteoartrosicos de la rodilla inestable del perro por rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) tras el tratamiento por osteotomía niveladora del platillo tibial (TPLO) con y sin condroprotectores* (Tesis doctoral). Universidad de Extremadura, Extremadura.
- Boudrieau, R. J. (2009). Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement? *Vet Surg*, 38(1), 1-22. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00439.x>
- Boudrieau, R. J. (2018). Tibial tuberosity advancement. En P. Muir, *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament* (2<sup>nd</sup> ed., p. 227-242). Hoboken: American College of Veterinary Surgeons Foundation & Wiley Blackwell.
- Brown, N. P., Bertocci, G. E., y Marcellin-little, D. J. (2014). Evaluation of varying

- morphological parameters on the biomechanics of a cranial cruciate ligament-deficit or intact canine stifle joint with a computer simulation model. *Am J Vet Res*, 75(1), 26-33. <https://doi: 10.2460/ajvr.75.1.26>
- Brunel, L., Etchepareborde, S., Barthélémy, N., Farnir, F., Balligand, M., y Brunel L. (2013). Mechanical testing of a new osteotomy design for tibial tuberosity advancement using the modified Maquet technique. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 26(1), 47-53. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-12-0176>
- Budras, K. D., McCarthy, P. H., Fricke, W., Richter, R., Horowitz, A., y Berg, R. (2007). *Anatomy of the Dog* (5<sup>th</sup> ed.). Berlin: Schluetersche.
- Buote, N., Fusco, J., y Radasch, R. (2009). Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in labradors. *Vet Surg*, 38(4), 481-489. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2009.00532.x>
- Burns, C. G., y Boudrieau, R. J. (2008). Modified tibial tuberosity advancement procedure with tuberosity advancement in excess of 12 mm in four large breed dogs with cranial cruciate ligament-deficient joints. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 21(3), 250-255. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1617369>
- Bush, M. A., Bowlit, K., Gines, J. A., y Owen, M. R. (2011). Effect of use of different landmark methods on determining stifle angle and on calculated tibial tuberosity advancement. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 24(3), 205-210. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-07-0104>
- Bush, M. A., Sibley, P., Owen, M. A., Burton, N. J., Owen, M. R., y Colborne, G. R. (2012). Inverse dynamics analysis evaluation of tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament failure in dogs. *Vet Surg*, 41(4), 471-781. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.00953.x>
- Butler, J. R., Syrcle, J. A., McLaughlin, R. M., y Elder, S. H. (2011). The effect of tibial tuberosity advancement and meniscal release on kinematics of the cranial cruciate ligament-deficient stifle during early, middle, and late stance. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 24(5), 342-349. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-08-0122>
- Butterworth, S. J., y Kydd, D. M. (2017). TTA-Rapid in the treatment of the canine cruciate deficient stifle: short- and medium-term outcome. *J Small Anim Pract*, 58(1), 35-41. <https://doi.org/10.1111/jsap.12610>
- Cadmus, J., Palmer, R. H., y Duncan, C. (2014). The effect of preoperative planning method on recommended tibial tuberosity advancement cage size. *Vet Surg*, 43(8), 995-1000. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12126.x>

- Calvo, I., Aisa, J., Chase, D., Garcia-Fernandez, P., San Roman, F., y Bennett, D. (2014). Tibial tuberosity fracture as a complication of tibial tuberosity advancement. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 27(02), 148-154. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-06-0071>
- Calvo, I. C. (2016). *Fracturas de la tuberosidad tibial como complicación de la TTA en el perro y tratamiento de las mismas* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Comunidad de Madrid.
- Carey, K., Aiken, S. W., DiResta, G. R., Herr, L. G., y Monette, S. (2005). Radiographic and clinical changes of the patellar tendon after tibial plateau leveling osteotomy: 94 cases (2001-2003). *Vet Comp Orthop Traumatol*, 18(4), 235-242. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632960>
- Carvajal, A., Centeno, C., Watson, R., Martínez M, y Sanz Rubiales, A. (2011). ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *Anales Sis San Navarra*, 34(1), 63-72.
- Casale, S. A., y McCarthy, R. J. (2009). Complications associated with lateral fabellotibial suture surgery for cranial cruciate ligament injury in dogs: 363 cases (1997–2005). *J Am Vet Med Assoc*, 234(2), 229-235. <https://doi.org/10.2460/javma.234.2.229>
- Castañón García, F. (2015). *Estudio comparativo de las técnicas quirúrgicas, TTA clásica Securos®, TTA Porous® y TTA Porous® con PRP, para el tratamiento de la rotura del ligamento cruzado anterior en el perro* (Tesis doctoral). Universidad de León. Castilla y León.
- Castilho, M., Dias, M., Vorndran, E., Gbureck, U., Fernandes, P., Pires, I., Gouveia, B., Armés, H., Pires, E., y Rodrigues, J. (2014). Application of a 3D printed customized implant for canine cruciate ligament treatment by tibial tuberosity advancement. *Biofabrication*, 6(2), 025005. <https://doi.org/10.1088/1758-5082/6/2/025005>
- Caylor, K., Zumpano, C., Evans, L., y Moore, R. (2001). Intra- and interobserver measurement variability of tibial plateau slope from lateral radiographs in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 37(3), 263-268. <https://doi.org/10.5326/15473317-37-3-263>
- Christopher, S. A., Beetem, J., y Cook, J. L. (2013). Comparison of long-term outcomes associated with three surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Vet Surg*, 42(3), 329-334. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12001.x>
- Chuang, C., Ramaker, M. A., Kaur, S., Csomos, R. A., Kroner, K. T., Bleedorn, J. A.,

- Schaefer, S. L., y Muir, P. (2014). radiographic risk factors for contralateral rupture in dogs with unilateral cranial cruciate ligament rupture. *PLoS One*, 25, 9(9), e106389. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106389>
- Conzemius, M. G., Evans, R. B., Besancon, M. F., Gordon, W. J., Horstman, C. L., Hoefle, W. D., Nieves, M. A., y Wagner, S. D. (2005). Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 226(2), 232-236. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.226.232>
- Cook, J. L. (2010). Cranial cruciate ligament disease in dogs: biology versus biomechanics. *Vet Surg*, 39(3), 270-277. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00653.x>
- Cook, J. L., Evans, R., Conzemius, M. G., Lascelles, B. D. X., McIlwraith, C. W., Pozzi, A., Clegg, P., Innes, J., Schulz, K., Houlton, J., Fortier, L., Cross, A. R., Hayashi, K., Kapatkin, A., Brown, D. C., y Stewart, A. (2010a). Proposed definitions and criteria for reporting time frame, outcome, and complications for clinical orthopedic studies in veterinary medicine. *Vet Surg*, 39(8), 905-908. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00763.x>
- Cook, J. L., Luther, J. K., Beetem, J., Karnes, J., y Cook, C. R. (2010b). Clinical comparison of a novel extracapsular stabilization procedure and tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Vet Surg*, 39(3), 315-323. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00658.x>
- Costa, M., Craig, D., Cambridge, T., Sebestyen, P., Su, Y., y Fahie, M. A. (2017). Major complications of tibial tuberosity advancement in 1613 dogs. *Vet Surg*, 46(4), 494-500. <https://doi.org/10.1111/vsu.12649>
- Crovace, A. M., Staffieri, F., Monopoli, D., Artiles, A., Fracassi, L., Crovace, A., y Lacitignola, L. (2019). Role of tibial tuberosity fracture/fissure through the Maquet hole in stifle osteoarthritis after porous tibial tuberosity advancement in dogs at mid-term follow-up. *Vet Sci*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.3390/vetsci7010001>
- Crovace, A., Staffieri, F., Fracassi, L., De Palma, E., Afonso, H., Monopoli Forleo, D., y Crovace A.M. (2018). 3D cuttable porous titanium scaffold for tibial tuberosity advancement in dogs: our experience in 43 cases (2015-2017). En *ESVOT (Ed.): 5<sup>th</sup> World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS & 19<sup>th</sup> ESVOT Congress*; 12-15 de Septiembre de 2018. (pp. 631-632). Barcelona: ESVOT.
- Cuervo Serrato, B. (2015). *Estudio clínico multicéntrico del efecto de la aplicación de células mesenquimales de grasa (CMG), plasma rico en factores de crecimiento*

- (PRGF) y la combinación de ambos en el tratamiento de la enfermedad degenerativa articular en perro (Tesis Doctoral). Universidad Cardenal Herrera-CEU, Comunidad Valenciana.
- Curtis, R. J., Delee, J. C., y Drez, D. J. (1985). Reconstruction of the anterior cruciate ligament with freeze dried fascia lata allografts in dogs. *Am J Sports Med*, 13(6), 408-414. <https://doi.org/10.1177/036354658501300608>
- Damur, D. M., Tepic, S., y Montavon, P. M. (2003). Proximal tibial osteotomy for the repair of cranial cruciate-deficient stifle joints in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 16(4), 211-216. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632782>
- Danielson, B., Barnhart, M., Watson, A., Kennedy, S., y Naber, S. (2016). Short-term radiographic complications and healing assessment of single-session bilateral tibial tuberosity advancements. *J Am Anim Hosp Assoc*, 52(2), 109-114. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6194>
- de Andrade, A. L., R Luvizotto, M. C. R., Lopes, R. A., Brêda Souza, T. F., Martínez Padua, I. R., Trujillo Piso, D. Y., y V Perri, S. H. (2009). Experiencia clínica del uso de la tepoxalina en el tratamiento conservativo de la ruptura del ligamento cruzado craneal en perros. *Rev Med Vet*, 18, 21-32.
- De Bruin, T., De Rooster, H., Bosmans, T., Duchateau, L., Van Bree, H., y Gielen, I. (2007). Radiographic assessment of the progression of osteoarthritis in the contralateral stifle joint of dogs with a ruptured cranial cruciate ligament. *Vet Rec*, 161(22), 745-750. <https://doi.org/10.1136/vr.161.22.745>
- de Lima Dantas, B., Sul, R., Parkin, T., y Calvo, I. (2016). Incidence of complications associated with tibial tuberosity advancement in boxer dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 29(1), 39-45. <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-02-0036>
- De Rooster, H., Comerford, E., (2018). Morphology and function of the cruciate ligaments. En P. Muir, *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament* (2<sup>nd</sup> ed., p. 3-11). Hoboken: American College of Veterinary Surgeons Foundation & Wiley Blackwell.
- De Rooster, H., De Bruin, T., y Van Bree, H. (2006). Invited review-morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments. *Vet Surg*, 35(8), 769-780. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00221.x>
- De Rooster, H., Van Ryssen, B., y Van Bree, H. (1998). Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography. *Vet Rec*, 142(14), 366-368. <https://doi.org/10.1136/vr.142.14.366-8>

- De Sousa, R., Egan, P., Parsons, K., Butterworth, S., Calvo, I., Roch, S., y Moores, A. P. (2017). Treatment of tibial diaphyseal fractures following plateless tibial tuberosity advancement to manage cranial cruciate disease. *J Small Anim Pract*, 58(7), 372-379. <https://doi.org/10.1111/jsap.12673>
- DeAngelis, M., y Lau, R. E. (1970). A lateral retinacular imbrication technique for the surgical correction of anterior cruciate ligament rupture in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, 157(1), 79-84.
- DeLuke, A. M., Allen, D. A., Wilson, E. R., Lineberger, J. A., Lehenbauer, T. W., Fabiani, M., y Poteet, B. A. (2012). Comparison of radiographic osteoarthritis scores in dogs less than 24 months or greater than 24 months following tibial plateau leveling osteotomy. *Can Vet J*, 53(10), 1095-1099.
- Dennler, R., Kipfer, N. M., Tepic, S., Hassig, M., y Montavon, P. M. (2006). Inclination of the patellar ligament in relation to flexion angle in stifle joints of dogs without degenerative joint disease. *Am J Vet Res*, 67(11), 1849-1854. <https://doi.org/10.2460/ajvr.67.11.1849>
- Denny, H. R., y Goodship, A. E. (1980). Replacement of the anterior cruciate ligament with carbon fibre in the dog. *J Small Anim Pract*, 21(5), 279-286. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1980.tb01248.x>
- DePuy Synthes. (2016). Tibial Tuberosity Advancement (TTA) System – Surgical Technique. Recuperado el 10 de enero de 2020, de <https://emea.depuysynthes.com/hcp/reprocessing-care-maintenance>
- DeSandre-Robinson, D. M., Tano, C. A., Fiore, K. L., y Prytherch, B. (2017). Radiographic evaluation and comparison of the patellar ligament following tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement in dogs: 106 cases (2009–2012). *J Am Vet Med Assoc*, 250(1), 68-74. <https://doi.org/10.2460/javma.250.1.68>
- Dhumeaux, M. (2008). *Rupture du ligament croisé cranial chez le chien: Revue de la littérature et étude in vitro d'une technique de traitement par nivellement du plateau tibial utilisant des repères anatomiques et ne nécessitant pas de mesures pre et per-operatoires de l'angle du plateau tibial*. (Tesis doctoral). Université Paul-Sabatier de Toulouse, Francia.
- Donegan, D. J., Seigerman, D. A., Yoon, R. S., y Liporace, F. A. (2015). Gerdy's tubercle: The lighthouse to the knee. *J Orthop Trauma*, 29(2), e51-e53. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000196>



- Drapé, J., Ghitalla, S., y Autefage, A. (1990). Rupture du ligament croisé antérieur (L.C.A.) chez le chien: pathologie traumatique ou dégénérative? *Le Point vétérinaire*, 22(131), 57-64.
- Duval, J. M., Budsberg, S. C., Flo, G. L., y Sammarco, J. L. (1999). Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 215(6), 811-814.
- Dyall, B., y Schmökel, H. (2017). Tibial tuberosity advancement in small-breed dogs using TTA Rapid implants: complications and outcome. *J Small Anim Pract*, 58(6), 314-322. <https://doi.org/10.1111/jsap.12654>
- Dymond, N., Goldsmid, S., y Simpson, D. (2010). Tibial tuberosity advancement in 92 canine stifles: initial results, clinical outcome and owner evaluation. *Aust Vet J*, 88(10), 381-385. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2010.00627.x>
- Edwards, G. A., Hosgood, G., Hancock, R. B., Stubbs, W. P., y Jackson, A. H. (2016). Major complications associated with fork-based and screw-based tibial tuberosity advancement implants: 438 cases. *Can Vet J*, 57(4), 415-420.
- Eickemeyer. (2019). Eickemeyer Equipamiento veterinario. Recuperado el 21 de abril de 2019, de <https://www.eickemeyer.es/Implantes-ortopedicos/TTA/>
- Escobar, A., Vrotsou, K., Bilbao, A., Quintana, J. M., García Pérez, L., y Herrera-Espiñeira, C. (2011). Validación de una escala reducida de capacidad funcional del cuestionario WOMAC. *Gac Sanit*, 25(6), 513-518. <https://doi.org/10.1016/J.GACETA.2011.06.003>
- Etchepareborde, S. (2014). *Adaptation de la procédure de Maquet pour le traitement chirurgical de la rupture du ligament croisé cranial chez le chien [Adaptation of the Maquet procedure to treat surgically the cranial cruciate ligament rupture in dogs]* (Tesis doctoral). Université de Liège, Bélgica.
- Etchepareborde, S., Barthelemy, N., Mills, J., Pascon, F., Ragetly, G. R., y Balligand, M. (2010). Mechanical testing of a modified stabilisation method for tibial tuberosity advancement. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 23(06), 400-405. <https://doi.org/10.3415/VCOT-09-08-0088>
- Etchepareborde, S., Brunel, L., Bollen, G., y Balligand, M. (2011). Preliminary experience of a modified Maquet technique for repair of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 24(3), 223-227. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-01-0012>
- Fariña, P., Espinoza, C., Fajardo, I., y Silva, F. (2011). Estudio descriptivo de la técnica

- de avance de la tuberosidad tibial con tornillo TDF. *Hosp Vet*, 3(4), 120-125.
- Ferreira, A. J. A., Bom, R. M., y Tavares, S. O. (2019). Tibial tuberosity advancement technique in small breed dogs: study of 30 consecutive dogs (35 stifles). *J Small Anim Pract*, 60(5), 305-312. <https://doi.org/10.1111/jsap.12991>
- Ferrell, C. L., Barnhart, M. D., Watson, A. T., Barron-Chapman, M. L., y Naber, S. (2019). Long-term radiographic appearance of a bioabsorbable biocomposite tibial tuberosity advancement cage implant. *Aust Vet J*, avj.12894. <https://doi.org/10.1111/avj.12894>
- Fischer, C. (2014). Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros [Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs]. *CES Med Vet Zootec*, 9(2), 324-337.
- Fischer, C., Nicolas, G., Opazo, A., Luzio, A., y Troncoso, I. (2014). Métodos de diagnóstico y tratamientos utilizados para la ruptura del ligamento cruzado craneal en perros: encuesta a médicos veterinarios de Chile. *Arch Med Vet*, 46(1), 133-137. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2014000100018>
- Flo, G. (1975). Modification of the lateral retinacular imbrication technique for stabilizing cruciate ligament injuries. *J Am Anim Hosp Assoc*, 11, 570-576.
- Font Grau, J., y Cairó Vilagran, J. (1997). Artrodesis de rodilla: Estudio retrospectivo de 6 casos. *Clin Vet Peq Anim*, 17(1), 7-15.
- Frey, T. N., Hoelzler, M. G., Scavelli, T. D., Fulcher, R. P., y Bastian, R. P. (2010). Risk factors for surgical site infection-inflammation in dogs undergoing surgery for rupture of the cranial cruciate ligament: 902 cases (2005–2006). *J Am Vet Med Assoc*, 236(1), 88-94. <https://doi.org/10.2460/javma.236.1.88>
- Fuller, M. C., Kapatkin, A. S., Bruecker, K. A., Holsworth, I. G., Kass, P. H., y Hayashi, K. (2014). Comparison of the tibial mechanical joint orientation angles in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Can Vet J*, 55(8), 757-764.
- Fusion Implants. (2019). Fusion TTA | Fusion Implants. Recuperado el 17 de septiembre de 2019, de <https://www.fusionimplants.com/959-2/>
- Gielen, I. (2006). Comparación de las técnicas de diagnóstico por imagen empleadas en la articulación con osteoartritis y su interpretación. *Clin Vet Pequeños Anim*, 26(2), 137-144.
- Gonçalves, L. C. V. B., Simões, A. D. G. A., Millis, D. L., y Matos, A. J. F. de. (2016). Development of a scale to evaluate mobility in dogs. *Ciênc Rural*, 46(12), 2210-2215. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160123>
- González Domínguez, M., y Bernal, L. (2011). Diagnóstico y manejo de la obesidad en

- perros: una revisión [Diagnosis and management of obesity in dogs: a review / Diagnóstico e manejo da obesidade em cães: revisão]. *Ces Med Vet Zootec*, 6(2), 91-102.
- Gordon, W. J., Conzemius, M. G., Riedesel, E., Besancon, M. F., Evans, R., Wilke, V., y Ritter, M. J. (2003). The relationship between limb function and radiographic osteoarthritis in dogs with stifle osteoarthritis. *Vet Surg*, 32(5), 451-454. <https://doi.org/10.1053/jvet.2003.50051>
- Guerrero, T., Makara, M. A., Katiofsky, K., Fluckiger, M. A., Morgan, J. P., Haessig, M., y Montavon, P. M. (2011). Comparison of healing of the osteotomy gap after tibial tuberosity advancement with and without use of an autogenous cancellous bone graft. *Vet Surg*, 40(1), 27-33. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00772.x>
- Guerrero, T., Montavon, P., y Rodríguez Quirós, J. (2010). Avance de la tuberosidad tibial (TTA) para el tratamiento de la insuficiencia del ligamento cruzado anterior. *Sel Vet*, 18(1), 11-22. <https://doi.org/10.5167/uzh-34665>
- Guerrero, T., Pozzi, A., Dunbar, N., Kipfer, N., Haessig, M., Beth Horodyski, M., y Montavon, P. (2011). Effect of tibial tuberosity advancement on the contact mechanics and the alignment of the patellofemoral and femorotibial joints. *Vet Surg*, 40(7), 839-848. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00866.x>
- Gupta, B. N., y Brinker, W. O. (1969). Anterior cruciate ligament prosthesis in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, 154(9), 1057-1061.
- Hans, E., Barnhart, M., Kennedy, S., y Naber, S. (2017). Comparison of complications following tibial tuberosity advancement and tibial plateau levelling osteotomy in very large and giant dogs 50 kg or more in body weight. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 30(04), 299-305. <https://doi.org/10.3415/VCOT-16-07-0106>
- Hart, J. L., May, K. D., Kieves, N. R., Mich, P. M., Goh, C. S. S., Palmer, R. H., y Duerr, F. M. (2016). Comparison of owner satisfaction between stifle joint orthoses and tibial plateau leveling osteotomy for the management of cranial cruciate ligament disease in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 249(4), 391-398. <https://doi.org/10.2460/javma.249.4.391>
- Hayashi, K., Frank, J. D., Dubinsky, C., Hao, Z., Markel, M. D., Manley, P. A., y Muir, P. (2003). Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. *Vet Surg*, 32(3), 269-277. <https://doi.org/10.1053/jvet.2003.50023>
- Hayashi, K., Manley, P. A., y Muir, P. (2004). Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: A review. *J Am Anim Hosp Assoc*, 40(5), 385-390.

- <https://doi.org/10.5326/0400385>
- Henderson, R. A., y Milton, J. L. (1978). The tibial compression mechanism: A diagnostic aid in stifle injuries. *J Am Anim Hosp Assoc*, 14(4), 474-479.
- Hirshenson, M. S., Krotscheck, U., Thompson, M. S., Knapp-Hoch, H. M., Jay-Silva, A. R., McConkey, M., Bliss, S. P., Todhunter, R., y Mohammed, H. O. (2012). Evaluation of complications and short-term outcome after unilateral or single-session bilateral tibial tuberosity advancement for cranial cruciate rupture in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 25(05), 402-409. <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-12-0175>
- Hoffmann, D. E., Miller, J. M., Ober, C. P., Lanz, O. I., Martin, R. A., y Shires, P. K. (2006). Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 19(4), 219-227. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1633004>
- Hulse, D. A., Michaelson, F., Johnson, C., y Abdelbaki, Y. Z. (1980). A technique for reconstruction of the anterior cruciate ligament in the dog: Preliminary report. *Vet Surg*, 9(4), 135-140. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.1980.tb01669.x>
- Hyytiäinen, H. K., Mölsä, S. H., Junnila, J. T., Laitinen-Vapaavuori, O. M., y Hielm-Björkman, A. K. (2013). Ranking of physiotherapeutic evaluation methods as outcome measures of stifle functionality in dogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55(1), 29. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-29>
- Ichinohe, T., Kanno, N., Harada, Y., Yogo, T., Tagawa, M., Soeta, S., Amasaki, H., y Hara, Y. (2015). Degenerative changes of the cranial cruciate ligament harvested from dogs with cranial cruciate ligament rupture. *J Vet Med Sci*, 77(7), 761-770. <https://doi.org/10.1292/jvms.14-0383>
- Infernuso, T., Loughin, C. A., Marino, D. J., Umbaugh, S. E., y Solt, P. S. (2010). Thermal imaging of normal and cranial cruciate ligament-deficient stifles in dogs. *Vet Surg*, 39(4), 410-417. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00677.x>
- Innes, J., Costello, M., Barr, F. J., Rudolf, H., y Barr, A. R. S. (2004). Radiographic progression of osteoarthritis of the canine stifle joint: A prospective study. *Vet Radiol Ultrasound*, 45(2), 143-148. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2004.04024.x>
- Innes, J. F., y Barr, A. R. S. (1998). Clinical natural history of the postsurgical cruciate deficient canine stifle joint: year 1. *J Small Anim Pract*, 39(7), 325-332. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.1998.tb03723.x>
- Innes, J. F., Shepstone, L., Holder, J., Barr, A. R. S., y Dieppe, P. A. (2002). Changes in

- the canine femoropatellar joint space in the postsurgical cruciate-deficient stifle joint. *Vet Radiol Ultrasound*, 43(3), 241-248. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2002.tb00997.x>
- Insorvet. (2019). Insorvet S.L. Instrumental Ortopedia Veterinaria. Recuperado el 8 de abril de 2019, de <https://www.insorvet.com/shop/category/tta-tta-asimetricas-2098>
- Instituto Tecnológico de Canarias. (2013). Porous TTA-Guía de usuario- ITC. Recuperado el 25 de noviembre de 2018, de <https://es.slideshare.net/NandoAfonso/porous-tta-gua-de-usuario>
- Instituto Tecnológico de Canarias - Biosurgex. (2019). Porous TTA - Técnica quirúrgica e implantes- ITC-Biosurgex.
- International Committee Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. (2017). *Nomina anatomica veterinaria*. (6<sup>th</sup> ed.). Rio de Janeiro with Permission of World Association of Veterinary Anatomists (WAVA): Editorial Committee Hannover, Ghent, Columbia, MO.
- James, D., Webster, N., White, J., Marchevsky, A., Cashmore, R., Havlicek, M., Fearnside, S., y Black, A. (2017). Comparison of bone healing, as assessed by computed tomography, following tibial tuberosity advancement in dogs with and without autogenous cancellous bone grafts. *N Z Vet J*, 65(5), 270-276. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1345336>
- Jandi, A. S., y Schulman, A. J. (2007). Incidence of motion loss of the stifle joint in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture surgically treated with tibial plateau leveling osteotomy: Longitudinal clinical study of 412 cases. *Vet Surg*, 36(2), 114-121. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00226.x>
- Jerram, R. M., Walker, A. M., y Warman, C. G. A. (2005). Proximal tibial intraarticular ostectomy for treatment of canine cranial cruciate ligament injury. *Vet Surg*, 34(3), 196-205. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950x.2005.00031.x>
- Kapler, M., Marcellin-Little, D. J., y Roe, S. C. (2015). Planned wedge size compared to achieved advancement in dogs undergoing the modified Maquet procedure. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 28(6), 379-384. <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-02-0026>
- Kemper, M., Koch, D., Bass, M., y Inauen, R. (2011). Revisionsoperationsrate nach 214 Tibial Tuberosity Advancements als Therapie des vorderen Kreuzbandrisses beim Hund [Complicaciones mayores en 214 avances de la tuberosidad tibial como tratamiento para la rotura del ligamento cruzado craneal]. *Schweiz Arch Tierheilkd*,

- 153(3), 131-133. <https://doi.org/10.1024/0036-7281/a000168>
- Kim, S., Pozzi, A., Banks, S. A., Conrad, B., y Lewis, D. D. (2009a). Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial contact mechanics and stifle kinematics. *Vet Surg*, 38(1), 33-39. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00471.x>
- Kim, S., Pozzi, A., Banks, S. A., Conrad, B. P., y Lewis, D. D. (2009b). Effect of tibial plateau leveling osteotomy on femorotibial contact mechanics and stifle kinematics. *Vet Surg*, 38(1), 23-32. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00470.x>
- Kim, S., Pozzi, A., Banks, S. A., Conrad, B. P., y Lewis, D. D. (2010). Effect of cranial cruciate ligament deficiency, tibial plateau leveling osteotomy, and tibial tuberosity advancement on contact mechanics and alignment of the stifle in flexion. *Vet Surg*, 39(3), 363-370. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00655.x>
- Kim, S., Pozzi, A., Kowaleski, M. P., y Lewis, D. D. (2008). Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet Surg*, 37(2), 111-125. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00361.x>
- Kipfer, N., Tepic, S., Damur, D., Guerrero, T., Hässig, M., y Montavon, P. (2008). Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles An in vitro study. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 21(5). <https://doi.org/10.3415/VCOT-07-07-0067>
- König, H. E., y Liebich, H. G. (2005). *Aparato locomotor: Anatomía de los animales domésticos Tomo I*. (2<sup>da</sup> ed.). New York: Editorial Médica Panamericana.
- Krotscheck, U., Nelson, S. A., Todhunter, R. J., Stone, M., y Zhang, Z. (2016). Long term functional outcome of tibial tuberosity advancement vs. tibial plateau leveling osteotomy and extracapsular repair in a heterogeneous population of dogs. *Vet Surg*, 45(2), 261-268. <https://doi.org/10.1111/vsu.12445>
- Kühn, K., Ohlerth, S., Makara, M., Hässig, M., y Guerrero, T. (2011). Radiographic and ultrasonographic evaluation of the patellar ligament following tibial tuberosity advancement. *Vet Radiol Ultrasound*, 52(4), 466-471. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2011.01819.x>
- Kyon. (2014). TTA-2 Surgery. Recuperado el 14 de abril de 2019, de <https://www.kyon.ch/current-products/tibial-tuberosity-advancement-tta/tta-2-development-technique>
- Lafaver, S., Miller, N., Stubbs, W., Taylor, R., y Boudrieau, R. (2007). Tibial tuberosity advancement for stabilization of the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle joint: Surgical technique, early results, and complications in 101 dogs. *Vet Surg*,

- 36(6), 573-586. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00307.x>
- Lampman, T. J., Lund, E. M., y Lipowitz, A. J. (2003). Cranial cruciate disease: current status of diagnosis, surgery, and risk for disease. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 16(03), 122-126. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632767>
- Lazar, T. P., Berry, C. R., Dehaan, J. J., Peck, J. N., y Correa, M. (2005). Long-term radiographic comparison of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular stabilization for cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Vet Surg*, 34(2), 133-141. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2005.00021.x>
- Leach, E. S., Krotscheck, U., Goode, K. J., Hayes, G. M., y Böttcher, P. (2018). Long-term effects of tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement on tibial plateau subchondral bone density in dogs. *Vet Surg*, 47(4). <https://doi.org/10.1111/vsu.12790>
- Lefebvre, M. D., Broux, O. R., Barthélémy, N. P., Hamon, M., Moyse, E. V., Bouvy, B. M., y Balligand, M. H. (2018). Risk factors for tibial damage associated with the modified Maquet technique in 174 stifles. *Vet Surg*, 47(1), 30-35. <https://doi.org/10.1111/vsu.12707>
- Little, J. P., Bleedorn, J. A., Sutherland, B. J., Sullivan, R., Kalscheur, V. L., Ramaker, M. A., Schaefer, S. L., Hao, Z., y Muir, P. (2014). Arthroscopic assessment of stifle synovitis in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *PLoS One*, 9(6), e97329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097329>
- Lorenz, N. D., y Pettitt, R. (2014). Cranial tibial plating in the management of failed tibial tuberosity advancement in four large breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 27(03), 236-242. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-06-0077>
- MacDonald, T. L., Allen, D. A., y Monteith, G. J. (2013). Clinical assessment following tibial tuberosity advancement in 28 stifles at 6 months and 1 year after surgery. *Can Vet J*, 54(3), 249-254.
- Maquet, P. (1976). Advancement of the tibial tuberosity. *Clin Orthop Relat Res*, 115(1), 225-230.
- Marino, D. J., y Loughin, C. A. (2010). Diagnostic imaging of the canine stifle: A review. *Vet Surg*, 39(3), 284-295. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00678.x>
- Martig, S., Konar, M., Schmökel, H. G., Rytz, U., Spreng, D., Scheidegger, J., Höhl, B., Kircher, P. R., Boisclair, J., y Lang, J. (2006). Low-field MRI and arthroscopy of meniscal lesions in ten dogs with experimentally induced cranial cruciate ligament insufficiency. *Vet Radiol Ultrasound*, 47(6), 515-522.

- <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2006.00179.x>
- Martínez Galdames, J. J., Rubio de Francia, Á., y Mínguez Molina, J. J. (1998). Ligamentos cruzados. *Canis et felis*, 35, 12-29.
- Medeiros, R. M., Silva, M. A. M., Teixeira, P. P. M., Chung, D. G., Conceição, M. E. B. A. M., Chierice, G. O., Filho, J. G. P., Dias, L. G. G. G. (2018). Long-term assessment of a modified tibial tuberosity advancement technique in dogs. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 70(4), 1053-1059. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9594>
- Medeiros, R. M., Silva, M. A. M., Teixeira, P. P. M., Dias, L. G. G. G., Chung, D. G., Zani, C. C., Feliciano, M. A. R., Da Conceicao, M. E. B. A. M., Machado, M. R. F., Rocha, A. G., Chierice, G. O., Coutinho, L. N., y Filho, J. G. P. (2016). Use of castor bean polymer in developing a new technique for tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture correction in dogs. *Vet Med (Praha)*, 61(7), 382-388. <https://doi.org/10.17221/168/2015-VETMED>
- Milgram, J., Slonim, E., Kass, P. H., y Shahr, R. (2004). A radiographic study of joint angles in standing dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 17(02), 82-90. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636485>
- Miller, J. M., Shires, P. K., Lanz, O. I., Martin, R. A., y Grant, J. W. (2007). Effect of 9 mm tibial tuberosity advancement on cranial tibial translation in the canine cranial cruciate ligament-deficient stifle. *Vet Surg*, 36(4), 335-340. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00274.x>
- Millet, M., Bismuth, C., Labrunie, A., Marin, B., Filleur, A., Pillard, P., Sonet, J., Cachon, T., y Etchepareborde, S. (2013). Measurement of the patellar tendon-tibial plateau angle and tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 26(6), 469-478. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-01-0018>
- Millis, D. L., y Levine, D. (2014). *Canine rehabilitation and physical therapy*. (2<sup>nd</sup> ed.). St. Louis: Saunders-Elsevier.
- Modenato, M., Borghetti, L., Ballatori, C., y Romeo, T. (2005). Tibial tuberosity advancement (TTA) as a possible solution to the cranial cruciate ligament rupture in the dog. En: *Annali Facoltà di Medicina Veterinaria LVIII* (pp. 253-262).
- Mölsä, S. H., Hyytiäinen, H. K., Hielm-Björkman, A. K., y Laitinen-Vapaavuori, O. M. (2014). Long-term functional outcome after surgical repair of cranial cruciate ligament disease in dogs. *BMC Vet Res*, 10, 266. <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0266-8>



- Montavon, P. (2010). Tibial tuberosity advancement (TTA) for cranial cruciate ligament disease. En: *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, 2010*.
- Montavon, P., Damur, D. M., y Tepic, S. (2002). Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. En ESVOT (Ed.): *1<sup>st</sup> World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS & 11<sup>th</sup> ESVOT Congress*; 5-8 de Septiembre de 2002 (p. 152). Munich: ESVOT.
- Morgan, J., Voss, K., Damur, D. M., Guerrero, T., Haessig, M., y Montavon, P. M. (2010). Correlation of radiographic changes after tibial tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate-deficient stifles with functional outcome. *Vet Surg*, 39(4), 425-432. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00669.x>
- Morris, E., y Lipowitz, A. J. (2001). Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. *J Am Vet Med Assoc*, 218(3), 363-366. <https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.363>
- Muir, P., Schwartz, Z., Malek, S., Kreines, A., Cabrera, S. Y., Buote, N. J., Bleedorn, J. A., Schaefer, S. L., Holzman, G., y Hao, Z. (2011). Contralateral cruciate survival in dogs with unilateral non-contact cranial cruciate ligament rupture. *PLoS One*, 6(10), e25331. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025331>
- Musté Rodríguez, M. (2013). *Análisis comparativo de la rigidez al desplazamiento antero-posterior de la rodilla canina completa, rodilla con rotura del ligamento cruzado anterior y rodilla reparada con la técnica de avance de la tuberosidad tibial* (Tesis Doctoral). Universitat Politècnica de Catalunya, Cataluña.
- Ness, M. (2011). *Orthomed-Cuña OrthoFoam MMP-Guía del usuario*. Recuperado el 9 de mayo de 2019, de <https://www.bbraun-vetcare.es/es/products/b/cunas-orthofoam-mmp.html>
- Ness, M. (2014). *OrthoFoam MMP Wedge-User Guide*. Recuperado el 14 de septiembre de 2019, de <https://www.orthomed.co.uk/product/orthofoam-mmp-wedge/>
- Ness, M. (2016). The modified Maquet procedure (MMP) in dogs: Technical development and initial clinical experience. *J Am Anim Hosp Assoc*, 52(4), 242-250. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-6304>
- Nutt, A. E., Garcia-Fernandez, P., Roman, F. S., Parkin, T., y Calvo, I. (2015). Risk factors for tibial tuberosity fracture after tibial tuberosity advancement in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 28(2), 116-213. <https://doi.org/10.3415/VCOT-14-02-0022>

- Ober, C. A., Factor, G., Meiner, Y., Segev, G., Shipov, A., y Milgram, J. (2019). Influence of tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement on passive laxity of the cranial cruciate deficient stifle in dogs. *Vet Surg*, 48(3), 401-407. <https://doi.org/10.1111/vsu.13177>
- Orthomed. (2019). Orthomed Home Page. Recuperado 14 de septiembre de 2019, de <https://www.orthomed.co.uk/category/mmp/>
- Paatsama, S. (1952). *Ligament injuries in the canine stifle joint: A clinical and experimental study. (Master's thesis)*. Universidad de Helsinki, Finlandia.
- Pacchiana, P. D., Morris, E., Gillings, S. L., Jessen, C. R., y Lipowitz, A. J. (2003). Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001). *J Am Vet Med Assoc*, 222(2), 184-193. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.222.184>
- Pacheco, J. P., Lizama Pérez, R., Pacheco, J. P. y, y Lizama, P. R. (2019). Tubérculo de Gerdy. Una estructura olvidada en la Terminología Anatómica Internacional. *Int J Morphol*, 37(4), 1305-1309.
- Payne, J. T., y Constantinescu, G. M. (1993). Stifle joint anatomy and surgical approaches in the dog. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 23(4), 691-701. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(93\)50076-1](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(93)50076-1)
- Pereira, I. (2016). *A utilização da técnica cirúrgica de TTA porosa para resolução da rutura do ligamento cruzado cranial em cão: Estudo retrospectivo de 150 casos clínicos*. Dissertação de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Universidad de Lisboa, Portugal.
- Piermattei, D., Flo, G., y DeCamp, C. (2006). *Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair* (4<sup>th</sup> ed.). Missouri: Saunders-Elsevier.
- Pillard, P., Livet, V., Cabon, Q., Bismuth, C., Sonet, J., Remy, D., Fau, D., Carozzo, C., Viguier, E., y Cachon, T. (2017). Evaluation of a new method to determine the tibial tuberosity advancement distance required to reduce the patellar tendon–tibial plateau angle to 90° with the modified Maquet technique in dogs. *Am J Vet Res*, 78(4), 517-528. <https://doi.org/10.2460/ajvr.78.4.517>
- Pinna, S., Lanzi, F., Cordella, A., y Diana, A. (2019). Relationship between the stage of osteoarthritis before and six months after tibial tuberosity advancement procedure in dogs. *PLoS One*, 14(8), e0219849. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219849>
- Pozzi, A., y Cook, J. L. (2010). Meniscal Structure and Function. En P. Muir, *Advances*

- in the canine cranial cruciate ligament* (1<sup>st</sup> ed., pp. 29-36). Iowa: American College of Veterinary Surgeons Foundation & Wiley Blackwell.
- Priddy, N. H., Tomlinson, J. L., Dodam, J. R., y Hornbostel, J. E. (2003). Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997–2001). *J Am Vet Med Assoc*, 222(12), 1726-1732. <https://doi.org/10.2460/javma.2003.222.1726>
- Ragetly, C. A., Evans, R., Mostafa, A. A., y Griffon, D. J. (2011). Multivariate analysis of morphometric characteristics to evaluate risk factors for cranial cruciate ligament deficiency in labrador retrievers. *Vet Surg*, 40(3), 327-333. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2010.00787.x>
- Ramírez-Flores, G. I., Del Angel-Caraza, J., Quijano-Hernández, I. A., Hulse, D. A., Beale, B. S., y Victoria-Mora, J. M. (2017). Correlation between osteoarthritic changes in the stifle joint in dogs and the results of orthopedic, radiographic, ultrasonographic and arthroscopic examinations. *Vet Res Commun*, 41(2), 129-137. <https://doi.org/10.1007/s11259-017-9680-2>
- Ramirez, J., Barthélémy, N., Noël, S., Claeys, S., Etchepareborde, S., Farnir, F., y Balligand, M. (2015). Complications and outcome of a new modified Maquet technique for treatment of cranial cruciate ligament rupture in 82 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 28(05), 339-346. <https://doi.org/10.3415/VCOT-14-10-0153>
- Retallack, L. M., y Daye, R. M. (2018). A modified Maquet-tibial tuberosity advancement technique for treatment of canine cranial cruciate ligament disease: Short term outcome and complications. *Vet Surg*, 47(1), 44-51. <https://doi.org/10.1111/vsu.12733>
- Risselada, M., Winter, M. D., Lewis, D. D., Griffith, E., y Pozzi, A. (2018). Comparison of three imaging modalities used to evaluate bone healing after tibial tuberosity advancement in cranial cruciate ligament-deficient dogs and comparison of the effect of a gelatinous matrix and a demineralized bone matrix mix on bone healing—A pilot study. *BMC Vet Res*, 14(1), 164. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1490-4>
- Rita Leibinger Medical. (2019). TTA Rapid - Surgery Instructions - Rita Leibinger Medical. Recuperado el 7 de enero de 2020, de <https://leibinger-medical.com/en/products/veterinary/tta-rapid/surgery-instructions/>
- Rodríguez Quirós, J., Jiménez Socorro, A., San Román Ascaso, F., y Guerrero, T. (2008). Rotura ligamento cruzado anterior en el perro: signos clínicos, diagnóstico y

- tratamiento. *Canis et felis*, 95, 6-27.
- Ryan, G., Pandit, A., y Apatsidis, D. P. (2006). Fabrication methods of porous metals for use in orthopaedic applications. *Biomaterials*, 27(13), 2651-2670. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMATERIALS.2005.12.002>
- Samoy, Y., Verhoeven, G., Bosmans, T., Van der Vekens, E., de Bakker, E., Verleyen, P., y Van Ryssen, B. (2014). TTA Rapid: Description of the technique and short term clinical trial results of the first 50 cases. *Vet Surg*, 44(4), 474-484. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12298.x>
- Sánchez-Carmona, A., Agut, A., Chico, A., Closa, J., Rial, J., y Velasco, A. (2006). Desarrollo de una escala de valoración radiológica del grado de osteoartrosis para las articulaciones de la rodilla y el codo en el perro - ESCALA "BIOARTH". *Clin Vet Peq Anim*, 26(3), 269-275.
- Schaller, O. (1996). *Nomenclatura Anatómica Veterinaria Ilustrada*. (2<sup>da</sup> ed.). Zaragoza: Acribia.
- Schnabl-Feichter, E., Wessely, M., y Brühshwein, A. (2018). Use of a OA scoring system for evaluation in dogs. En ESVOT (Ed.): *5<sup>th</sup> World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS & 19<sup>th</sup> ESVOT Congress*; 12-15 de Septiembre de 2018. (pp. 442-445). Barcelona: ESVOT.
- Schulz, K. (2009). La rodilla. En T.W. Fossum (3<sup>ra</sup> ed.): *Cirugía en pequeños animales* (3<sup>a</sup> ed., pp. 1254-1301). Barcelona: Elsevier.
- Schwandt, C. S., Bohorquez-Vanelli, A., Tepic, S., Hassig, M., Dennler, R., Vezzoni, A., y Montavon, P. M. (2006). Angle between the patellar ligament and tibial plateau in dogs with partial rupture of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res*, 67(11), 1855-1860. <https://doi.org/10.2460/ajvr.67.11.1855>
- Securos Surgical. (2014). Securos Catalog OPT Final 7-17-2014. Recuperado el 11 de septiembre de 2019, de <https://www.securos.com/securos-catalog/files/assets/basic-html/index.html#page70>
- Securos Surgical. (2019). Productos Securos TTA: Securos Europe. Recuperado 2 de abril de 2019, de <https://www.securos-europe.eu/productos/productos-securos-tta/?L=2>
- Sellés, M., Rubio, A., Martínez, J., y Velasco, A. (2010). Respuesta funcional de las articulaciones osteoartrosicas en perros geriátricos tras el tratamiento con condroitin sulfato (Candrovet®) versus placebo. *Clin Vet Peq Anim*, 30(1), 81.
- Selmi, A. L., y Padilha Filho, J. G. (2001). Rupture of the cranial cruciate ligament

- associated with deformity of the proximal tibia in five dogs. *J Small Anim Pract*, 42(8), 390-393. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2001.tb02487.x>
- Shahar, R., y Milgram, J. (2006). Biomechanics of tibial plateau leveling of the canine cruciate-deficient stifle joint: A theoretical model. *Vet Surg*, 35(2), 144-149. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2006.00125.x>
- Sisson, S., Grossman, D. J., y Getty, R. (1982). Anatomía de los animales domésticos. (5ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Skinner, O. T., Kim, S. E., Lewis, D. D., y Pozzi, A. (2013). In vivo femorotibial subluxation during weight-bearing and clinical outcome following tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet J*, 196(1), 86-91. <https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2012.08.003>
- Slocum, B., y Devine, T. (1983). Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. *J Am Vet Med Assoc*, 183(4), 456-459.
- Slocum, B., y Devine, T. (1984). Cranial tibial wedge osteotomy: A technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. *J Am Vet Med Assoc*, 184(5), 564-569.
- Slocum, B., y Slocum, T. D. (1993). Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 23(4), 777-795. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(93\)50082-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(93)50082-7)
- Smith, G. K., y Torg, J. S. (1985). Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog. *J Am Vet Med Assoc*, 187(4), 375-383.
- Stauffer, K. D., Tuttle, T. A., Elkins, A. D., Wehrenberg, A. P., y Character, B. J. (2006). Complications associated with 696 tibial plateau leveling osteotomies (2001–2003). *J Am Anim Hosp Assoc*, 42(1), 44-50. <https://doi.org/10.5326/0420044>
- Stein, S., y Schmoekel, H. (2008). Short-term and eight to 12 months results of a tibial tuberosity advancement as treatment of canine cranial cruciate ligament damage. *J Small Anim Pract*, 49(8), 398-404. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2008.00592.x>
- Steinberg, E. J., Prata, R. G., Palazzini, K., y Brown, D. C. (2011). Tibial tuberosity advancement for treatment of crcl injury: Complications and owner satisfaction. *J Am Anim Hosp Assoc*, 47(4), 250-257. <https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-5574>
- Su, L., Townsend, K. L., Au, J., y Wittum, T. E. (2015). Comparison of tibial plateau angles in small and large breed dogs. *Can Vet J*, 56(6), 610-614.
- Tepic, S., Hopman, J. (2013). Tibial tuberosity advancement cage for ACL injuries

- European. Patent n.º EP2854677B1. Munich-Alemania: European Patent Office. Recuperado el 14 de abril de 2019 de <https://patents.google.com/patent/EP2854677B1>
- Tepic, S., Damur, D., y Montavon, M. (2002). Biomechanics of the stifle joint. En: 1st Word Orthopaedic Veterinary Congress. En ESVOT (Ed.): *1st World Veterinary Orthopaedic Congress ESVOT-VOS & 11th ESVOT Congress*; 5-8 de Septiembre de 2002 (pp. 189-190). Munich: ESVOT.
- Testoni, B., Canevese, S., Mário, R. I., Louzada, J., Carlos, J., Iv, D., Luis, A., y Ii, S. (2009). Modificação da técnica de avanço da tuberosidade tibial: estudo biomecânico [Modified stabilization method for the tibial tuberosity advancement technique: a biomechanical study]. *Cienc Rural*, 39(2), 473-478. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008005000072>
- Trisciuzzi, R., Fracassi, L., Martin, H. A., Forleo, D. M., Amat, D., Santos-Ruiz, L., De Palma, E., y Crovace, A. M. (2019). 41 cases of treatment of cranial cruciate ligament rupture with porous TTA: Three years of follow up. *Vet Sci*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/VETSCI6010018>
- Tuan, J., y Farrell, M. (2015). Tibial tuberosity advancement: what have we learned so far? *Companion Anim*, 2(2). <https://doi.org/10.12968/coan.2015.20.2.92>
- Valiño Cultelli, V., García González, M., Fernández Martín, S., Varela López, Ó., y González Cantalapiedra, A. (2019). Novedad en la técnica de avance de la tuberosidad tibial (TTA). Estudio preliminar con un implante de ácido poliláctico. En SECIVE (Ed.): *XXIV Congreso Internacional de la Sociedad de Cirugía Veterinaria*; 7-9 de febrero de 2019 (pp. 282-289). Córdoba: SECIVE.
- Vasseur, P. B. (2003). Stifle joint. En D. Slatter, *Textbook of small animal surgery Vol 2* (3<sup>d</sup> ed., pp. 2090-2133). Philadelphia: Saunders-Elsevier.
- Vasseur, P. B., y Berry, C. (1992). Progression of stifle osteoarthritis following reconstruction of the cranial cruciate ligament in 21 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc*, 28(2):129-136.
- Vaughan, L. C. (2010). The history of canine cruciate ligament surgery from 1952 – 2005. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 23(6), 379-384. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1617480>
- von Pfeil, D., Kowaleski, M., Glassman, M., y Dejardin, L. (2018). Results of a survey of Veterinary Orthopedic Society members on the preferred method for treating cranial cruciate ligament rupture in dogs weighing more than 15 kilograms (33

- pounds). *J Am Vet Med Assoc*, 253(5), 586-597. <https://doi.org/10.2460/javma.253.5.586>
- Voss, K., Damur, D., Guerrero, T., Haessig, M., y Montavon, P. (2008). Force plate analysis to assess limb function after tibial tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate ligament disease. *Article in Vet Comp Orthop Traumatol*, 21(3), 243-249. <https://doi.org/10.5167/uzh-3388>
- Watson, C., Rochat, M., y Payton, M. (2003). Effect of weight bearing on the joint angles of the fore- and hind limb of the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 16(04), 250-254. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1632787>
- Wazen, R. M., Lefebvre, L.-P., Baril, E., y Nanci, A. (2010). Initial evaluation of bone ingrowth into a novel porous titanium coating. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater*, 94(1), 64-71. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31624>
- Wessely, M., Brühshwein, A., y Schnabl-Feichter, E. (2017). Evaluation of intra- and inter-observer measurement variability of a radiographic stifle osteoarthritis scoring system in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 30(06), 377-384. <https://doi.org/10.3415/VCOT-16-09-0134>
- Whitehair, J. G., Vasseur, P. B., y Willits, N. H. (1993). Epidemiology of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 203(7), 1016-1019.
- Wilke, V. L., Robinson, D. A., Evans, R. B., Rothschild, M. F., y Conzemius, M. G. (2005). Estimate of the annual economic impact of treatment of cranial cruciate ligament injury in dogs in the United States. *J Am Vet Med Assoc*, 227(10), 1604-1607. <https://doi.org/10.2460/javma.2005.227.1604>
- Windolf, M., Leitner, M., Schwieger, K., Pearce, S. G., Zeiter, S., Schneider, E., y Johnson, K. A. (2008). Accuracy of fragment positioning after tplo and effect on biomechanical stability. *Vet Surg*, 37(4), 366-373. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00390.x>
- Wolf, R. E., Scavelli, T. D., Hoelzler, M. G., Fulcher, R. P., y Bastian, R. P. (2012). Surgical and postoperative complications associated with tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament rupture in dogs: 458 cases (2007–2009). *J Am Vet Med Assoc*, 240(12), 1481-1487. <https://doi.org/10.2460/javma.240.12.1481>
- Wucherer, K. L., Conzemius, M. G., Evans, R., y Wilke, V. L. (2013). Short-term and long-term outcomes for overweight dogs with cranial cruciate ligament rupture treated surgically or nonsurgically. *J Am Vet Med Assoc*, 242(10), 1364-1372.

- <https://doi.org/10.2460/javma.242.10.1364>
- Yap, F. W., Calvo, I., Smith, K. D., y Parkin, T. (2015). Perioperative risk factors for surgical site infection in tibial tuberosity advancement: 224 stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 28(03), 199-206. <https://doi.org/10.3415/VCOT-14-09-0141>
- Yeadon, R., Fitzpatrick, N., y Kowaleski, M. P. (2011). Tibial tuberosity transposition-advancement for treatment of medial patellar luxation and concomitant cranial cruciate ligament disease in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 24(01), 18-26. <https://doi.org/10.3415/VCOT-10-01-0015>
- Zeltzman, P. A., Paré, B., Johnson, G. M., Zeltzman, V., Robbins, M. A., y Gendreau, C. L. (2005). relationship between age and tibial plateau angle in dogs with cranial cruciate rupture. *J Am Anim Hosp Assoc*, 41(2), 117-120. <https://doi.org/10.5326/0410117>
- Zhalniarovich, Y., Mieszkowska, M., Przyborowska-Zhalniarovich, P., Głodek, J., Sobolewski, A., Waluś, G., y Adamiak, Z. (2018). A novel tibial tuberosity advancement technique with cranial implant fixation (TTA CF): A pilot study in sheep. *BMC Vet Res*, 14(1), 231. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1551-8>
- Zhalniarovich, Y., Sobolewski, A., Waluś, G., y Adamiak, Z. (2018). Tibial diaphyseal fracture as a major complication of tibial tuberosity advancement with cranial fixation (TTA CF) – A case report. *Top Companion Anim Med*, 34(1), 14-17. <https://doi.org/10.1053/j.tcam.2018.12.001>